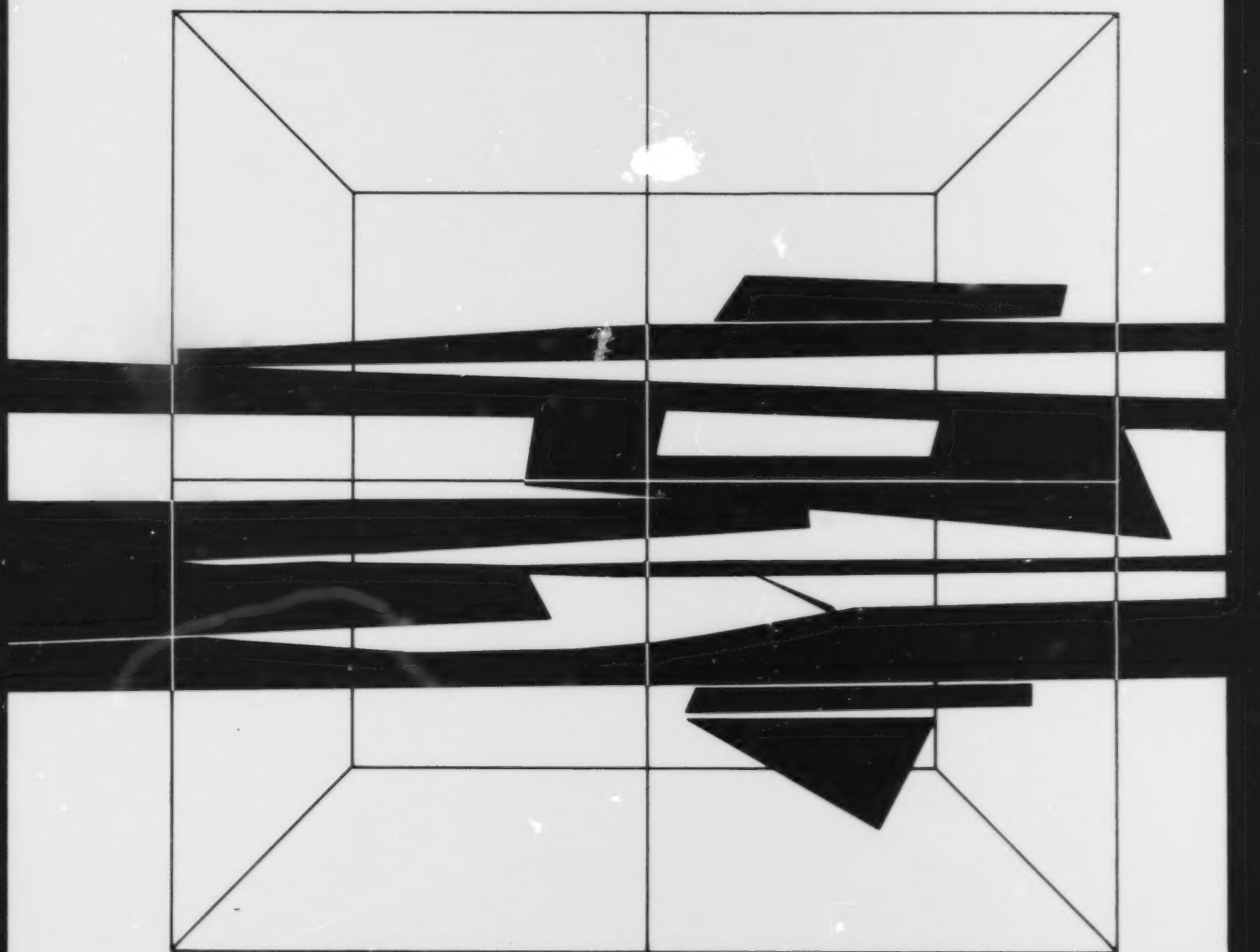
L'industrie textile canadienne et l'environnement - Une évaluation

Rapport SPE 5/TX/1
Juin 1989

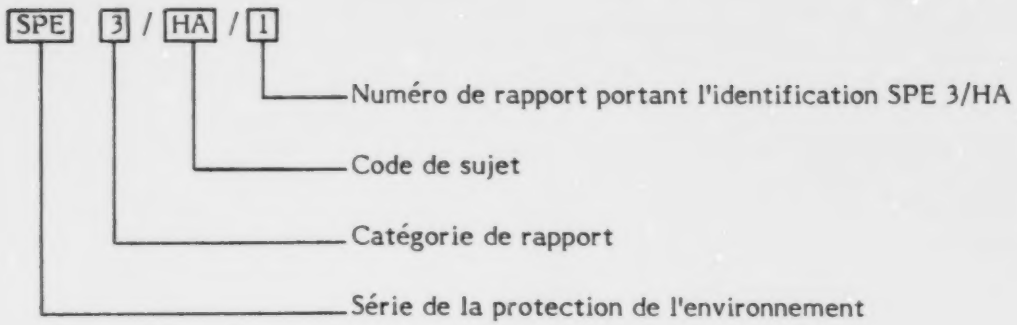


Environnement Canada Environment Canada

Canada

SÉRIE DE RAPPORTS DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotage:



Catégories

1	Règlements/Lignes directrices/ Codes de procédure
2	Consultation publique: évaluation des problèmes, options de contrôle
3	Recherche et développement technologique
4	Revues de la documentation
5	Relevés
6	Évaluations des impacts sur l'environnement
7	Surveillance
8	Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9	Guides

Sujets

AG	Agriculture
AN	Technologie anaérobie
AP	Pollutants atmosphériques
AT	Toxicité aquatique
CC	Produits chimiques commerciaux
CE	Consommateurs et l'environnement
CI	Industries chimiques
FA	Activités fédérales
FP	Traitement des aliments
HA	Déchets dangereux
IC	Chimie inorganique
MA	Pollution marine
MM	Exploitation minière et traitement des minéraux
NR	Régions du Nord et rurales
PF	Papier et fibres
PG	Production de l'électricité
PN	Pétrole et gaz naturel
SF	Traitement de surface
SP	Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM	Méthode de référence normalisée
TS	Systèmes de transport
TX	Textiles
UP	Pollution urbaine
WP	Protection/préservation du bois

Sujets et codes additionels sont introduits au besoin. Une liste de rapports du SPE peut être obtenue en s'adressant aux Publications de la protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

L'INDUSTRIE TEXTILE CANADIENNE ET L'ENVIRONNEMENT - UNE ÉVALUATION

E.C. Chen
Division des industries chimiques
Direction des programmes industriels
Protection de l'environnement
Environnement Canada

Rapport SPE 5/TX/1
Juin 1989

89-05564/

Données de catalogage avant publication (Canada)

Chen, E. C. (Erh Chun)

L'industrie textile canadienne et l'environnement : une évaluation

(Rapport ; SPE 5/TX/1)
Publ. aussi en anglais sous le titre: Environmental assessment of the Canadian textile industry.
Comprend un résumé en anglais.
Publ. par Environnement Canada.
ISBN 0-662-95556-0
No de cat. MAS En49-23/5-1F

1. Textiles et tissus -- Déchets. 2. Textiles et tissus -- Industrie et commerce -- Canada -- Aspect de l'environnement. 3. Déchets industriels -- Canada -- Aspect de l'environnement. I. Canada. Direction générale de la protection de l'environnement. Division des industries chimiques. II. Canada. Environnement Canada. III. Titre. IV. Collection: Rapport (Canada. Environnement Canada) ; SPE 5/TX/1.

TD195.T48C4314 1989 677.029'0971 C89-097102-1

COMMENTAIRES DES LECTEURS

On peut faire part de tout commentaire au sujet du présent rapport à:

E.C. Chen
Division des industries chimiques
Direction des programmes industriels
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

This report is available in English under the title *Environmental Problem Assessment of the Canadian Textile Industry*. Copies available from:

Environmental Protection Publications
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
No de catalogue En 49-23/5-1F
ISBN 0-662-95556-0
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

RÉSUMÉ

L'objet du présent rapport est d'évaluer les problèmes environnementaux causés par les effluents d'usines textiles canadiennes, d'après l'information recueillie lors d'études effectuées en 1973-74, 1981-82 et 1985-86.

Près de 55 p. 100 des usines textiles sont situées au Québec et 40 p. 100 en Ontario. Environ 20 p. 100 utilisent le traitement au mouillé, et près de la moitié d'entre elles appartiennent aux sous-secteurs teinture et ennoblissement de tissu chaîne et trame et de tricot. Plus de 80 p. 100 des usines utilisant le traitement au mouillé déversent leurs effluents dans un réseau d'égouts municipal; environ la moitié de celles qui rejettent directement leurs effluents dans une masse d'eau réceptrice possèdent des installations d'épuration des eaux usées.

Toutes les usines étudiées qui déversaient leurs effluents dans un réseau d'égouts municipal respectaient les limites de DBO et de MST fixées par les règlements municipaux relatifs aux rejets dans les égouts. Dans les usines pratiquant l'épuration secondaire, les charges de DBO et de MST étaient inférieures ou presque égales aux limites que l'EPA étatsunienne considère possibles avec les meilleures techniques utilisables (BPT), et conformes aux directives proposées par Environnement Canada en 1978. L'effluent terminal de la plupart des usines avait un pH variant de 6 à 9.

Les métaux que l'on peut retrouver dans les effluents d'usines textiles sont le zinc, le cuivre, le chrome, le plomb et le nickel; tous ces métaux se retrouvent dans l'effluent terminal en teneurs inférieures à 1 mg/l, limite imposée par la plupart des règlements municipaux relatifs aux rejets dans les égouts. Parmi les polluants organiques d'intérêt prioritaire qu'on pourrait trouver dans les effluents d'usines textiles, en p.p. milliard, on peut citer les dérivés de substitution du benzène, le naphtalène, le phénol, les dérivés de substitution du phénol, le chloréthylène, le chloréthane et les phtalates.

Les effluents d'usines sans installations d'épuration des eaux usées ou n'utilisant que l'épuration primaire peuvent être colorés et toxiques pour le poisson. Par contre, les usines équipées d'un système d'épuration biologique exploité de façon efficace rejettent un effluent qui n'est pas toxique pour le poisson et sans couleur apparente. Un tel système permet également de réduire la teneur de l'effluent en surfactifs à un niveau négligeable.

Parmi les déchets autres que les eaux usées et les boues produites par les usines textiles, il y a les chutes de tissus, les fibres, les huiles et le latex résiduaires; les deux derniers types de déchets sont considérés dangereux.

La plupart des usines textiles sur lesquelles a porté notre enquête étaient dans une certaine mesure équipées de dispositifs de captage des particules, des fibres et des poussières. Par contre, très peu d'entre elles étaient pourvues de dispositifs permettant d'éliminer les vapeurs de solvants, les brouillards d'huiles et les odeurs.

ABSTRACT

The purpose of this report is to assess the environmental problems associated with discharges from Canadian textile mills based on information obtained from surveys carried out in 1973-74, 1981-82 and 1985-86, respectively.

About 55 % of the textile mills are located in Quebec and 40 % in Ontario. Approximately 20 % of the mills use wet processing and about half of these wet textile mills belong to the woven fabric and knit fabric dyeing and finishing subcategories. More than 80 % of the wet processing mills discharge their effluents to a municipal system; about half of those discharging directly to a natural watercourse have wastewater treatment facilities.

All mills included in the surveys and discharging to a municipal system met the BOD and TSS limits set by local municipal sewer by-laws. Mills with secondary wastewater treatment had loadings of BOD and TSS within or close to the U.S. EPA BPT limits as well as the Environment Canada 1978 Proposed Guidelines. Most of the mills had an effluent pH value within the range of 6 to 9.

Metal pollutants expected to be found in textile mill effluents are zinc, copper, chromium, lead and nickel; the effluent concentration of these metals individually are all less than 1 mg/L, the discharge limit set by most of the local municipal sewer by-laws. Possible organic priority pollutants in textile mill effluents, at the ppb levels, are substituted benzenes, naphthalene, phenol, substituted phenols, chloroethylenes, chloroethanes and phthalates.

Effluents from mills without wastewater treatment or with only primary treatment would be coloured and toxic to fish. However, mills with a well-operated biological treatment system can produce an effluent non-lethal to fish and with no apparent colour. A well-operated biological treatment system can also reduce the effluent surfactant concentration to an insignificant level.

Wastes other than wastewaters and sludges produced by textile mills include waste fabric, waste fibres, waste oils and latex wastes; the latter two types of wastes are considered to be hazardous.

Most of the textile mills surveyed have some controls of the particulate/fibre and dust emissions. However, very few have installed control devices for solvent vapours, oil mists and odour.

REMERCIEMENTS

Toutes les études ont été conduites avec la collaboration des Bureaux régionaux d'Environnement Canada et de l'Institut canadien des textiles. Nous remercions tout particulièrement James Robertson et Charles Planzer de l'Institut canadien des textiles qui ont organisé les visites et revu le questionnaire. Nous remercions également Ron Zaloum du Bureau régional du Québec et Mary Shanahan du Bureau régional de l'Ontario pour leur participation aux visites.

Deux des études (celles de 1973-74 et de 1981-82) ont été effectuées par le prédécesseur de la Division de l'extraction et du traitement des ressources renouvelables, à savoir l'ancienne Division des papiers et produits connexes de la Direction générale de la pollution des eaux.

Wayne Bissett, chef de la Division des industries chimiques, a veillé à l'orientation générale du projet.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ		III
ABSTRACT		V
REMERCIEMENTS		VI
LISTE DES TABLEAUX		IX
LISTE DES FIGURES		X
SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS		XI
1	**Introduction**	1
2	**Description de l'industrie**	3
2.1	Description générale	3
2.2	Les procédés	5
2.2.1	Traitement à sec	5
2.2.2	Traitement au mouillé	7
2.3	Colorants et produits chimiques utilisés	11
2.4	Production de déchets et caractéristiques des déchets	13
2.4.1	Eaux usées	13
2.4.2	Émissions	18
2.4.3	Déchets solides	18
2.5	Techniques de traitement des déchets	19
2.5.1	Traitement des eaux usées	19
2.5.2	Traitement des émissions	30
2.5.3	Élimination des déchets solides	32
3	**Études d'Environnement Canada**	33
3.1	Étude de 1973-74	33
3.1.1	Consommation d'eau	33
3.1.2	Rejet des effluents	33
3.1.3	Teneurs en polluants	34
3.1.4	Données relatives à certaines usines	35
3.2	Étude de 1981-82	35
3.2.1	Données sur les usines prises individuellement	38
3.2.2	Inventaire de produits chimiques	42
3.3	Étude de 1985-86	42
3.3.1	Données sur les eaux usées des usines	45
4	**Évaluation des problèmes environnementaux**	50
4.1	Polluants conventionnels	50
4.2	Polluants d'intérêt prioritaire	55
4.3	Couleur et toxicité de l'effluent	63
4.4	Surfactifs	64
4.5	Boues et autres déchets	67
4.6	Émissions	68
RÉFÉRENCES		70
ANNEXE A	Directives proposées pour les effluents d'usines textiles (1978)	73

ANNEXE B	Description détaillée de l'échantillonnage et des méthodes analytiques pour l'étude de 1985-86	77
ANNEXE C	Résultats analytiques	91
ANNEXE D	Questionnaire utilisé pour l'étude de 1985-86	109
ANNEXE E	Limites possibles avec les meilleures techniques utilisables (BPT) et les meilleures techniques existantes (BAT), établies par l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis pour les effluents des usines textiles	115

LISTE DES TABLEAUX

1	RÉSUMÉ DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT AU MOUILLÉ AU CANADA	6
2	ADJUVANTS DE TEINTURE	14
3	AUTRES PRODUITS CHIMIQUES UTILISÉS DANS DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE L'INDUSTRIE TEXTILE	15
4	CARACTÉRISTIQUES DES EAUX RÉSIDUAIRES DU DÉBOUILLISSAGE POUR CERTAINES FIBRES	16
5	CARACTÉRISTIQUES TYPES DES EAUX RÉSIDUAIRES DU BLANCHIMENT POUR CERTAINES FIBRES	17
6	CARACTÉRISTIQUES TYPES DES EAUX USÉES PROVENANT DE LA TEINTURE ET DE L'IMPRESSION DE DIVERSES FIBRES	18
7	EFFICACITÉ DE CERTAINS COAGULANTS POUR DES PARAMÈTRES CONVENTIONNELS	21
8	RENDEMENT DU PROCÉDÉ AUX BOUES ACTIVÉES AVEC AÉRATION PROLONGÉE POUR CERTAINS PARAMÈTRES CONVENTIONNELS	23
9	ADSORPTION DES COLORANTS PAR LES BOUES ACTIVÉES	24
10	RÉSUMÉ DE L'EFFICACITÉ DE CERTAINS PROCÉDÉS D'ÉPURATION SECONDAIRE POUR LES PARAMÈTRES CONVENTIONNELS DES EAUX RÉSIDUAIRES DE L'INDUSTRIE TEXTILE UTILISANT LES PROCÉDÉS AU MOUILLÉ	24
11	RENDEMENT D'ÉLIMINATION POUR CERTAINS PARAMÈTRES DANS DES USINES TEXTILES UTILISANT LA MEILLEURE TECHNOLOGIE UTILISABLE (BPT)	25
12	ÉPURATION PAR COAGULATION CHIMIQUE DES EAUX USÉES DES OPÉRATIONS DE TEINTURE	27
13	RENDEMENT D'ÉLIMINATION OBTENU PAR ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF POUR DIVERS PARAMÈTRES	27
14	RENDEMENT D'ÉLIMINATION POUR CERTAINS PARAMÈTRES OBTENU AVEC L'OSMOSE INVERSE	28
15	RENDEMENT D'ÉLIMINATION POUR CERTAINS PARAMÈTRES AVEC DES PROCÉDÉS D'ÉPURATION TERTIAIRE DANS DES USINES TEXTILES UTILISANT LE TRAITEMENT AU MOUILLÉ	29
16	DONNÉES RELATIVES À DES USINES SÉLECTIONNÉES (Étude 1973-74)	38
17	RÉSULTATS DES ANALYSES POUR LES SIX USINES RETENUES (Étude 1981-82)	41
18	RÉSUMÉ DE L'INVENTAIRE DES PRODUITS UTILISÉS DANS LES SIX USINES ÉTUDIÉES, PAR CLASSE DE PRODUITS (Étude 1981-82)	43
19	QUALITÉ DE L'EFFLUENT LORS D'OPÉRATIONS NORMALES	46

20	ÉTAT RÉCAPITULATIF, PAR USINE, DES CHARGES EN DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGÈNE (DBO), DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO) ET MATIÈRES EN SUSPENSION TOTALES (MST)	52
21	ÉTAT RÉCAPITULATIF, PAR SOUS-CATÉGORIE, DES CHARGES EN DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGÈNE (DBO), DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO) ET MATIÈRES EN SUSPENSION TOTALES (MST)	53
22	RÉSUMÉ DES DONNÉES RELATIVES AU pH, AUX HUILES ET AUX GRAISSES	55
23	POLLUANTS ORGANIQUES D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DÉCELÉS DANS LES EFFLUENTS D'USINES TEXTILES (Étude de dépistage des produits toxiques, 1981-82)	56
24	POLLUANTS D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DÉCELÉS PAR L'EPA DANS LES EFFLUENTS DE 44 USINES TEXTILES PROCÉDANT À L'ÉPURATION SECONDAIRE	58
25	POLLUANTS ORGANIQUES D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DÉCELÉS DANS LES EFFLUENTS D'USINES TEXTILES AU CANADA (Étude 1985-86) ET AUX ÉTATS-UNIS (Étude de l'EPA, 1979)	59
26	POLLUANTS ORGANIQUES D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DÉCELÉS DANS LES EAUX USÉES D'USINES TEXTILES CANADIENNES (Étude 1985-86)	60
27	MÉTAUX DÉCELÉS DANS LES EFFLUENTS D'USINES TEXTILES	62
28	RÉSUMÉ DES DONNÉES RELATIVES À LA COULEUR DES EFFLUENTS ET LEUR TOXICITÉ POUR LE POISSON	64
29	RÉSUMÉ DES TENEURS EN SURFACTIFS DANS LES EFFLUENTS	65
30	COMPARAISON DES TENEURS EN SURFACTIFS NON IONIQUES DES EAUX BRUTES PAR RAPPORT À LA QUANTITÉ CONSOMMÉE PAR L'USINE (Étude 1985-86)	67
31	RÉSUMÉ DES ANALYSES DES BOUES D'USINES TEXTILES (ÉTATS-UNIS)	69

LISTE DES FIGURES

1	DIAGRAMME SCHÉMATIQUE DU COMPLEXE TEXTILE	4
2	CONSOMMATION D'EAU DANS L'INDUSTRIE TEXTILE (Étude 1973-74)	34
3	CHARGE EN DBO DES EAUX ÉVACUÉES PAR L'INDUSTRIE TEXTILE (Étude 1973-74)	35
4	CHARGE EN DCO DES EAUX ÉVACUÉES PAR L'INDUSTRIE TEXTILE (Étude 1973-74)	36
5	TENEUR EN MST DES EAUX ÉVACUÉES PAR L'INDUSTRIE TEXTILE (Étude 1973-74)	37

SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

Sommaire: Les résultats des études d'Environnement Canada peuvent être résumés comme suit:

1) Environ 55 p. 100 des usines textiles se trouvent au Québec et 40 p. 100 en Ontario; 45 p. 100 de la production est assurée par 10 p. 100 des plus grandes usines.

2) Environ 20 p. 100 des usines utilisent le traitement au mouillé; près de la moitié d'entre elles appartiennent aux sous-secteurs teinture et ennoblissement de tissu chaîne et trame et de tricot.

3) Plus de 80 p. 100 des usines pratiquant le traitement au mouillé déversent leur effluent terminal dans un réseau d'égouts municipal; environ la moitié de celles qui rejettent directement leur effluent dans une masse d'eau réceptrice naturelle possèdent des installations d'épuration des eaux usées.

4) La consommation d'eau et de produits chimiques par unité de production ainsi que les teneurs en polluants des effluents ont généralement diminué entre 1981-82 et 1985-86.

5) Toutes les usines étudiées qui rejetaient leur effluent dans un réseau d'égouts municipal respectaient les limites de DBO et de MST fixées par les règlements municipaux. Quelques usines dépassaient néanmoins la limite de 15 mg/l pour les huiles et les graisses.

6) L'effluent terminal de la plupart des usines avait un pH de 6 à 9.

7) Dans les usines équipées pour l'épuration secondaire des eaux usées, les charges en DBO et MST étaient inférieures ou presque égales aux limites que l'EPA étatsunienne considère possibles avec les meilleures techniques utilisables (BPT), et conformes aux directives proposées par Environnement Canada en 1978.

8) Les polluants organiques d'intérêt prioritaire que l'on peut s'attendre à trouver dans les effluents d'usines textiles, en p.p. milliard, sont les dérivés de substitution du benzène (toluène, éthylbenzène et chlorobenzènes), le naphtalène, le phénol, les dérivés de substitution du phénol (chlorophénols, méthylphénols et nitrophénol), le chloréthylène, le chloréthane et les phtalates.

9) Les métaux d'intérêt prioritaire susceptibles d'être présents dans les effluents d'usines textiles sont le zinc, le cuivre, le chrome, le plomb et le nickel; pour tous ces métaux, la teneur de l'effluent était inférieure à 1 mg/l, limite fixée par la plupart des règlements municipaux relatifs aux rejets dans les égouts.

10) Les charges calculées de phénols totaux et de chrome dans les effluents de toutes les usines étudiées étaient toutes deux inférieures à 0,05 kg/1000 kg de produit fabriqué, limite fixée par les directives de l'EPA sur les effluents des usines textiles; les phénols totaux et le chrome sont utilisés par l'EPA comme valeurs représentant respectivement l'élimination des polluants organiques d'intérêt prioritaire et des métaux lourds.

11) Les effluents d'usines n'épurant pas leurs eaux usées ou n'appliquant que l'épuration primaire peuvent être colorés et toxiques pour le poisson. Par contre, si l'usine est dotée d'un système d'épuration biologique efficacement exploité, on obtient un effluent non toxique pour le poisson et décoloré. Un système de ce type permettrait également de réduire la teneur de l'effluent en surfactifs à un niveau négligeable.

12) Dans la plupart des usines, la production de boues n'était pas régulière; des quantités minimes de boues sont parfois extraites du fond des réservoirs. Dans les usines dotées d'étangs pour l'épuration biologique, il y a production régulière de boues d'épuration qui peuvent renfermer des métaux lourds et des hydrocarbures chlorés.

13) Les autres déchets couramment produits par les usines textiles sont: chutes de tissus, fibres, huiles et latex résiduaires. Les chutes de tissus et les fibres peuvent être envoyées sans problème dans les décharges municipales; les huiles et le latex résiduaires doivent être incinérés sur place ou confiés pour élimination à une entreprise spécialisée.

14) La plupart des usines étudiées sont dotées de dispositifs pour le captage des particules, des fibres et des poussières. Très peu d'entre elles sont équipées de dispositifs de captage des vapeurs de solvants, des brouillards d'huiles et de suppression des odeurs. Même si les émissions de vapeurs de solvants et de brouillards d'huiles ainsi que les odeurs n'apparaissaient pas constituer de sérieux problèmes dans les usines visitées, il reste à déterminer l'importance qu'elles peuvent avoir pour l'environnement.

Recommandations: À partir de ce sommaire, les recommandations suivantes ont été faites:

1) L'épuration biologique permet de réduire la teneur en polluants de l'effluent et sa toxicité à un niveau acceptable, et elle devrait être adoptée comme la meilleure technique utilisable pour les effluents d'usines textiles.

2) Les eaux usées non traitées des usines textiles sont toxiques pour le poisson; elles peuvent être fortement colorées et très polluées; ces eaux ne doivent pas être rejetées directement dans une masse d'eau réceptrice ou à l'égout en l'absence d'un système d'épuration.

3) Étant donné que plus de 80 p. 100 des usines textiles rejettent leur effluent dans un réseau d'égouts municipal, et qu'environ 95 p. 100 des usines sont concentrées dans deux provinces, aucune autre initiative en matière de réglementation n'est prévue pour l'instant au niveau fédéral en ce qui concerne les effluents de cette industrie. Les autorités provinciales et municipales auraient en revanche intérêt à adopter les directives proposées par Environnement Canada en 1978 pour la DBO, les MST et le pH, ainsi que les limites que l'EPA étatsunienne considère possibles avec les meilleures techniques existantes (BAT) pour les phénols totaux et le chrome dans le cas des usines qui ne sont dotées d'aucun système d'épuration et qui rejettent directement leur effluent dans une masse d'eau réceptrice ou un égout municipal.

4) Les déchets comme les boues, les huiles et le latex résiduaires, bien que produits qu'en petites quantités et seulement dans quelques procédés, peuvent être dangereux et doivent être éliminés sans nuire à l'environnement.

5) L'impact environnemental des émissions des usines textiles, et particulièrement des émissions de vapeurs de solvants, doit être évalué.

6) Les municipalités devraient régulièrement surveiller les effluents évacués dans leurs égouts et veiller au respect des règlements qu'elles ont édictés.

7) Il faut inciter les usines textiles à s'engager dans des programmes de modernisation qui peuvent conduire à une réduction de la consommation d'eau et(ou) de produits chimiques.

1 INTRODUCTION

Les textiles représentent un important secteur de l'industrie canadienne, avec environ 80 000 emplois directs et des expéditions évaluées à 6,6 milliards de dollars (1984). Si on inclut dans les textiles le secteur de l'habillement, l'industrie textile occupe le deuxième rang de l'industrie manufacturière, avec un total de plus de 163 000 emplois. À l'échelle du pays (1), 275 000 emplois indirects sont générés par le secteur des textiles et de l'industrie de l'habillement. Les produits de l'industrie textile sont utilisés dans toutes les branches de l'économie canadienne. Les principaux débouchés des textiles sont les secteurs de l'habillement, de l'ameublement et du linge de maison, mais plus de 150 autres industries utilisent des textiles.

Les usines textiles utilisent une grande variété de colorants et de produits chimiques, qui sont en grande partie jetés après utilisation ou évacués dans l'atmosphère pendant le traitement à chaud. Les effluents liquides, les émissions et les déchets solides d'une usine textile peuvent contenir des combinaisons très variables de produits chimiques et par conséquent représenter un danger pour l'environnement. En plus du déversement dans l'environnement de produits chimiques pouvant être toxiques, il y a également risque de pollution locale de l'eau; les substances organiques présentes dans les eaux résiduaires, comme l'amidon et les détergents, peuvent se transformer chimiquement ou biologiquement et consommer l'oxygène dissous des eaux réceptrices; les fortes teneurs en sels minéraux peuvent rendre les eaux réceptrices inutilisables pour la plupart des applications industrielles et municipales; la formation de mousse causée par les détergents et la coloration de l'eau par les teintures peuvent entraîner des problèmes d'approvisionnement en eau potable et d'utilisation des plans d'eau à usage récréatif. Certains véhicules chimiques utilisés en teinture, comme les phénols, donnent à l'eau un goût et une odeur désagréables. Enfin, les huiles et les graisses ainsi que les eaux usées fortement acides ou alcalines de ces usines peuvent être nocives pour les écosystèmes aquatiques.

Vu l'importance de cette industrie et de ses effets possibles sur l'environnement, Environnement Canada a créé en 1974 un groupe d'étude conjoint industrie/gouvernement pour élaborer des règlements et des directives sur les effluents liquides, en vertu de la *Loi sur les pêcheries*, pour les usines textiles utilisant le traitement au mouillé. Le groupe comprenait des représentants de l'Institut canadien des textiles ainsi que des gouvernements provinciaux du Nouveau-Brunswick, du Québec et de l'Ontario. Le groupe d'étude a terminé ses travaux techniques en décembre 1976, et le projet de Règlements et de Directives fut achevé en mars 1978. L'ensemble des mesures

proposées visait à limiter la charge des effluents en DBO (demande biologique en oxygène) et en MST (matières en suspension totales), à contrôler le pH et à prévenir le rejet soudain d'effluents mortels pour le poisson (2). Ces règlements et directives proposés n'ont cependant jamais été adoptés (voir annexe A).

En 1981-82, Environnement Canada a effectué une étude portant sur les usines textiles qui utilisent le traitement au mouillé afin d'évaluer les techniques les plus récentes de cette industrie, et six de ces usines ont fait l'objet d'une étude approfondie. On y a dressé l'inventaire des produits chimiques utilisés, évalué les techniques de traitement des eaux usées et analysé des échantillons d'eaux usées pour certains paramètres (3). Pendant la même période (4), on a également procédé à un dépistage des produits toxiques, lequel comprenait l'évaluation et l'élaboration d'un protocole analytique pour les polluants organiques que l'EPA (Environmental Protection Agency, États-Unis) considère d'intérêt prioritaire dans les effluents des usines textiles, et on a procédé au dosage de ces polluants dans des échantillons d'effluents sélectionnés. En 1985-86, Environnement Canada a mis à jour la base de données pour l'industrie textile. Une étude a été conduite à cet effet dans des usines choisies et des échantillons d'effluents d'usines sélectionnées ont été analysés pour un certain nombre de paramètres, y compris la toxicité pour le poisson.

Le présent rapport décrit brièvement l'industrie, résume les données et l'information obtenues grâce aux études et aux enquêtes et évalue les problèmes que pose ce secteur industriel pour l'environnement.

2 DESCRIPTION DE L'INDUSTRIE

2.1 Description générale

On entend par textile tout produit fabriqué avec des fibres naturelles comme la laine et le coton, et(ou) des fibres synthétiques issues de substances pétrochimiques, ou des pâtes cellulosiques modifiées comme les polyesters, le nylon, la rayonne ou l'acétate. L'industrie textile regroupe des secteurs qui fabriquent des fibres artificielles ou qui traitent des fibres naturelles et(ou) artificielles pour en faire du fil, du tissu et certains autres produits de consommation. Le présent rapport ne traite pas de la production des fibres artificielles car les usines de ce secteur appartiennent plutôt à l'industrie de la chimie organique. Les activités examinées ici sont les suivantes:

- fabrication de fil par extrusion ou filature;
- fabrication de tissu par tissage chaîne et trame, tricotage et autres procédés;
- teinture et apprêt de fils et de tissus;
- production de certains vêtements tricotés comme les sous-vêtements, les articles de bonneterie et les vêtements de sport;
- production de linge de maison, de rideaux et de tapis.

Il existe environ 1000 installations ou usines textiles au Canada. Comme on l'a dit, les expéditions totales en 1984 ont atteint 6,6 milliards de dollars, dont 54 p. 100 provenaient du Québec et 40 p. 100 de l'Ontario. La Saskatchewan est la seule province où l'industrie textile n'est pas présente. Environ 40 p. 100 des expéditions totales vont au secteur manufacturier de l'habillement; approximativement 30 p. 100 sont destinées à la fabrication de linge de maison, tissus d'ameublement, rideaux, tapis, etc.; plus de 150 autres secteurs industriels se partagent les autres 30 p. 100, les plus importants étant l'industrie automobile, les pâtes et papiers, l'agriculture, l'industrie alimentaire, les mines, l'aviation et l'industrie du caoutchouc. La figure 1 schématise le "complexe textile".

L'industrie textile canadienne a investi 1,8 milliard de dollars entre 1981 et 1985, et à l'échelle mondiale, compte parmi les plus modernisées (1). Le rendement de l'industrie, mesuré par la consommation d'énergie par unité de production, s'est amélioré de 21,5 p. 100 (5). Malheureusement, l'avenir n'est pas très prometteur car les importations prennent une part de plus en plus grande du marché canadien des textiles et de l'habillement.

L'industrie textile utilise un grand nombre de matières premières pour produire une grande variété de produits. La méthode classique de catégorisation de l'industrie consiste à regrouper les usines selon la fibre traitée, c'est-à-dire le coton, la laine ou les

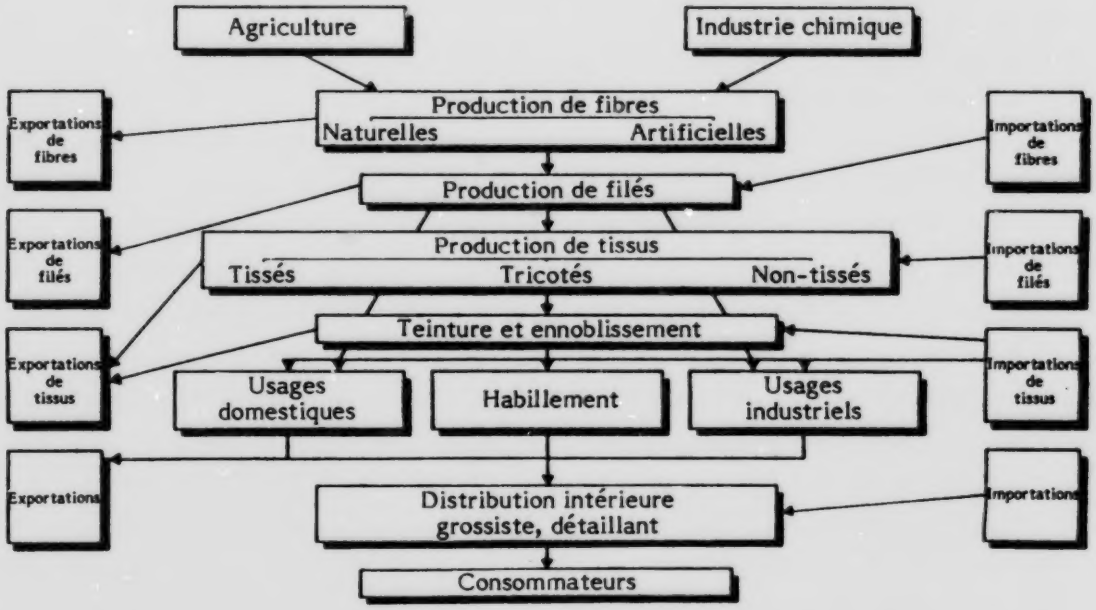


FIGURE 1 DIAGRAMME SCHÉMATIQUE DU COMPLEXE TEXTILE
(Gracieuseté de l'Institut canadien des textiles)

fibres synthétiques. Mais aujourd'hui, on tend de plus en plus à catégoriser l'industrie textile en regroupant les usines selon le procédé utilisé. Deux grandes catégories apparaissent: le traitement à sec et le traitement au mouillé (ou par voie humide). Le traitement à sec comprend la fabrication de fils et de tissus non finis (écrus), alors que le traitement au mouillé se divise en plusieurs sous-catégories selon les procédés et les matières premières utilisés pour la fabrication du produit fini. L'EPA étatsunienne identifie neuf sous-catégories d'opérations qui représentent des sources ponctuelles de rejet dans ses directives pour les effluents des usines textiles publiées en 1982, à savoir:

- débouillissage de la laine;
- ennoblissement de la laine;
- ennoblissement des tissus;
- ennoblissement des tricots;
- ennoblissement des tapis;
- ennoblissement de la bourre et du fil;
- opération à faible consommation d'eau (tissage sur métier à jet d'eau);
- fabrication des non-tissés;
- ennoblissement des feutres.

L'étude conduite par Environnement Canada en 1982 a permis de classifier les usines textiles canadiennes pratiquant le traitement au mouillé en sept sous-catégories:

- filés, fils et fibres;
- ennoblissement de la laine;
- teinture et ennoblissement des tissus;
- teinture et ennoblissement des tricots;
- ennoblissement des tapis;
- teinture à façon;
- ennoblissement des non-tissés et des feutres.

Au Canada, le traitement au mouillé est limité principalement aux sous-catégories de l'ennoblissement des étoffes tissées et tricotées. Sur les 600 usines textiles listées dans le *1984 Canadian Textile Manual* (6), nous en avons répertorié 181 qui pratiquent le traitement au mouillé. Le tableau 1 indique comment elles se répartissent dans les sept sous-catégories mentionnées.

2.2 Les procédés

Les procédés du traitement à sec sont les suivants: cardage, filature, encollage, tissage, tricotage et fabrication du tuft. Les opérations du traitement au mouillé comprennent le désencollage, le débouillissage, le carbonisage de la laine, le foulage de la laine, le mercerisage du coton, le blanchiment, la teinture, l'impression et l'apprêt. Ces procédés sont brièvement décrits ci-dessous.

2.2.1 Traitement à sec

Cardage - Procédé préliminaire dans la fabrication de filés. Les fibres sont séparées, réparties et égalisées pour former un mince voile, et réunies en un brin continu non tordu de fibres, appelé ruban. Ce procédé permet d'éliminer la plupart des impuretés et une certaine quantité de fibres courtes, brisées ou non arrivées à maturité. Cette opération se fait sur une carde.

Filature - Procédé pour obtenir des fils à partir de fibres par des opérations combinées d'étirage et de retordage, ou encore à partir de filasse, par des opérations combinées de coupe/rupture avec étirage et retordage en une seule série d'opérations.

Encollage - Procédé pour encoller les fils de chaîne sur une encolleuse de façon à protéger les fils contre tout dommage pendant le tissage. Il permet également de renforcer temporairement la solidité des fils et leur résistance à l'abrasion pour

TABLEAU 1 RÉSUMÉ DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT AU MOUILLÉ AU CANADA

Sous-catégorie	Emplacement et nombre d'usines								Nombre total d'usines
	Qué.	Ont.	N.-B.	N.-É.	Î.-P.-É.	Man.	Alta.	C.-B.	
Filés, fils et fibres	17	8	1		1	1			28
Ennoblissement de la laine	3	3	1		1			2	10
Teinture et ennoblissement des tissus	17	11	1	4		1			34
Teinture et ennoblissement des tricots	32	22		1					55
Teinture à façon	20	4							24
Ennoblissement des tapis	11	6		1			1		19
Ennoblissement des non-tissés, feutres, rubans et toiles	5	5				1			11
Total	105	59	3	6	2	3	1	2	181

supporter les déformations lors du tissage. Toute la chaîne est plongée dans le produit d'encollage, lequel peut contenir de l'amidon, de la gélatine, des huiles et d'autres substances, puis elle est séchée avant le bobinage précédant le tissage.

Tissage - Entrelacement de deux fils ou d'éléments semblables de telle façon qu'ils forment des angles droits et donnent un produit tissé. La chaîne court dans le sens de la longueur du tissu et la trame se déplace latéralement. Les trois armures fondamentales sont la toile, le sergé et le satin.

Tricotage - Procédé pour obtenir un tissu par enchaînement de séries de boucles formées de un ou plusieurs brins. Le tricotage peut être circulaire, rectiligne ou à maille jetée.

Piquage-capitonnage (tuftage) - Procédé pour la fabrication de tapis sur de larges machines à aiguilles multiples juxtaposées permettant de piquer des fils de velours à travers un tissu de base épais.

2.2.2 Traitement au mouillé

Désencollage - Procédé pour éliminer les produits d'encollage dont on a imprégné les fils pour renforcer leur résistance. Les produits d'encollage sont solubilisés à l'aide d'acides ou d'enzymes et le tissu est lavé à fond. Le désencollage à l'acide utilise une solution diluée d'acide pour hydrolyser le produit d'encollage et le rendre hydrosoluble. Le désencollage aux enzymes utilise des enzymes végétales ou animales pour décomposer la colle (habituellement de l'amidon seulement) en une forme hydrosoluble. Les agents de désencollage sont appliqués sur le tissu; dans le désencollage à l'acide, le tissu est trempé pendant 4 à 12 heures à la température de la pièce alors qu'avec les enzymes, le trempage dure de 4 à 8 heures à 55-82 °C. Après solubilisation de la colle, le tissu est rincé jusqu'à ce qu'il soit propre. Deux agents de collage, le poly(alcool vinylique) (PVA) et la carboxyméthylcellulose (CMC) sont solubles dans l'eau et il suffit d'un rinçage pour les éliminer.

Débouillissage (ou lavage) - Procédé par lequel on élimine les impuretés naturelles et acquises des fibres et des tissus. Les fibres synthétiques nécessitent un débouillissage plus léger que le coton ou la laine légère. Les agents de lavage sont notamment les détergents, les savons, les détergents non ioniques et divers agents auxiliaires comme des alcalis, des produits antistatiques, des agents de mouillage, des moussants et antimoussants, et des lubrifiants. Après le lavage, les étoffes sont rincées à fond pour les débarrasser de toute trace d'agents de lavage.

Carbonisage (ou dépaillage) de la laine - Procédé qui sert à éliminer les matières végétales de la laine en bourre ou des étoffes tissées. Il consiste à imprégner d'acide la matière à traiter, à la cuire et à l'agiter mécaniquement. Une solution d'acide sulfurique titrant 4 à 7 p. 100 sert à dégrader les impuretés cellulosiques en hydrocellulose sans endommager la laine. L'excès d'acide est retiré de la laine par exprimage, et on cuit la laine afin d'oxyder les polluants en gaz et en un résidu de carbone solide. La matière passe ensuite dans des rouleaux compresseurs pour broyer le résidu solide, et dans un

dispositif à agitation mécanique qui détache les matériaux broyés. La teneur en acide demeure élevée après l'agitation, d'où la nécessité de neutraliser et de rincer le produit avant de poursuivre le traitement.

Foulage de la laine - Procédé qui sert à donner aux étoffes de laine de la compacité et de l'épaisseur. L'étoffe est traitée mécaniquement dans des foulons de façon à serrer les fibres les unes contre les autres, d'où retrait, augmentation de poids et masquage des fils. Les deux méthodes les plus courantes sont le foulage en milieu acide et le foulage en milieu alcalin. Pour le foulage acide, on emploie une solution aqueuse d'acide sulfurique, de l'eau oxygénée et de petites quantités de catalyseurs métalliques. Dans le foulage alcalin, du carbonate de sodium et un agent séquestrant sont ajoutés au bain de saponification pour obtenir la lubrification voulue. Le foulage acide est généralement suivi du foulage alcalin.

Mercerisage - Procédé habituellement utilisé pour le traitement du coton afin d'augmenter sa résistance à la traction et à l'abrasion ainsi qu'à améliorer son lustre et son affinité pour la teinture. Dans ce procédé, le coton, généralement sous forme de tissu, est imprégné d'une solution froide d'hydroxyde de sodium dont la concentration est de 15 à 30 p. 100 en volume. Cette solution provoque le gonflement des fibres du coton (cellulose). À la fin de la période de contact choisie, l'alcali est entraîné par lavage, parfois à l'aide d'un bain d'acide dilué. Habituellement, on récupère la solution caustique pour la concentrer et la réutiliser lors du débouillissage ou du mercerisage.

Blanchiment - Procédé courant pour blanchir le coton, la laine et certaines fibres synthétiques en leur enlevant leur couleur naturelle. Il est généralement effectué après le lavage et avant la teinture ou l'impression. Parmi les agents chimiques de blanchiment, on peut citer l'eau oxygénée et le perborate de sodium, ainsi que les azurants. Le blanchiment par lots est effectué dans des kiers (les procédés en continu utilisent des J-box), où le tissu séjourne un certain temps pour permettre au produit chimique d'agir; les tissus traités sont retirés par le bas de l'unité. Le blanchiment est suivi d'un rinçage énergique.

Teinture - Elle peut être effectuée en bourre, sur fil ou sur tissu et on peut teindre aussi bien des fibres d'un type unique qu'un mélange de fibres différentes. Dans ce dernier cas, il faut parfois procéder en plusieurs étapes ou par ordre séquentiel.

La *teinture en bourre* se fait avant la conversion des fibres en fil. Le procédé consiste à immerger la bourre dans une cuve ou un autoclave contenant la quantité voulue

de solution de colorant, dans des conditions optimales, pour permettre la fixation du colorant. Après un temps de réaction donné, on procède au rinçage. Le produit est ensuite transformé en fil.

La *teinture sur fil* se pratique sur le fil utilisé pour la fabrication des étoffes tissées et tricotées et des tapis. Les méthodes les plus courantes sont la teinture en écheveaux, sur bobines ou la teinture par espacement.

Pour la teinture en écheveaux, le fil est enroulé sur des cadres qui sont placés dans un bain de teinture ayant les conditions requises.

La teinture sur bobines est le procédé le plus courant; on enroule le fil autour de tubes perforés disposés sur un plateau creux. Le plateau garni est introduit dans un autoclave. La teinture est forcée à travers les tubes dans les conditions requises puis on procède au rinçage.

La teinture par espacement est un procédé spécial de teinture sur fil. La teinture est appliquée sur le fil à intervalles réguliers ou non à l'aide d'un foulard à rouleau. Le fil teint pénètre ensuite dans une cuve de vaporisation pour le développement et la fixation de la couleur avant le rinçage final.

La *teinture sur tissu* est la technique la plus utilisée aujourd'hui, car il s'agit d'un procédé continu ou semi-continu. Les méthodes employées sont la teinture en bac à tourniquet, la teinture par jets, la teinture sur roulard (jigger) et la teinture en continu.

La teinture en bac à tourniquet est exécutée sur l'étoffe introduite sous forme d'un boyau sans fin dans des cuves sous pression atmosphérique ou des autoclaves. Le tissu est lié bout à bout et tourne sur un grand tambour dans la solution colorante. Les boyaux doivent être assez longs afin que l'étoffe puisse se replier dans le fond du bac et y reposer pour une courte période. Comme pour toutes les méthodes de teinture, il s'agit de bien choisir les produits chimiques et de bien établir la durée de l'opération.

La teinture par jets se fait également sur l'étoffe en boyaux. Les machines à jets sont semblables aux autoclaves excepté que chaque boucle de tissu passe à travers un tube à Venturi. Une pompe injecte le colorant liquide à travers les tuyères. L'étoffe se déplace au fur et à mesure qu'elle est aspirée dans le Venturi. La teinture par jets présente des avantages par rapport à la teinture en bac à tourniquet, notamment un rapport plus faible colorant/tissu; moins d'enchevêtrement; température plus uniforme; élongation moindre du tissu due à la tension. La teinture par jets convient particulièrement bien pour les fibres synthétiques.

La teinture sur roulard (jig) se pratique sur l'étoffe enroulée au large, soit en cuve sous pression atmosphérique soit en autoclave. Le tissu est enroulé sur des cylindres qui le font passer à travers une cuve peu profonde renfermant la solution colorante. Les cylindres tournent alternativement dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens contraire, des gallets-guides assurant l'immersion complète du tissu. Seulement quelques metres de tissu sont immergés à la fois, ce qui permet un rapport colorant/tissu relativement faible.

La teinture en continu se fait également sur l'étoffe enroulée au large dans des machines appelées rames qui comprennent plusieurs caissons d'imprégnation dans

lesquels le tissu est teint, des cuves de rinçage pour éliminer l'excès de colorant et des cuves de séchage.

Une variante de la teinture en continu consiste à utiliser une cuve dans laquelle l'étoffe au large est enroulée sur un tambour perforé, la solution colorante étant forcée à travers le tambour comme dans la technique de la teinture sur bobines. Dans ce procédé, l'étoffe ne se déplace pas dans le bain de teinture, ce qui est le cas avec les autres méthodes de teinture décrites.

Le thermosolage est un procédé en continu utilisé normalement pour teindre les polyesters et les mélanges polyester/coton. Le colorant est appliqué sous forme de pigments puis séché; on obtient ainsi une pellicule pigmentaire à la surface du tissu. Le tissu est ensuite chauffé entre 180 et 200 °C (près du point de fusion du polyester), ce qui fait gonfler l'étoffe ou la fait fondre. Il y a alors sublimation du colorant qui pénètre dans l'étoffe.

Impression - L'impression est semblable à la teinture sauf que la couleur est appliquée localement sur le tissu pour obtenir un motif déterminé alors que la teinture consiste à teindre tout le tissu. Les colorants et les produits auxiliaires sont les mêmes que ceux utilisés pour la teinture des tissus; les techniques d'application de la couleur sont par contre très différentes. L'impression des textiles se fait généralement par mouillage et les méthodes les plus courantes sont l'impression au rouleau et l'impression au cadre.

L'*impression au rouleau* se fait en appliquant la pâte d'impression sur un rouleau décapé ou gravé, puis en transférant le motif au tissu par contact avec les rouleaux. Après l'impression, le dessin est fixé par vaporisage, vieillissement ou autre procédé.

L'*impression au cadre* diffère de celle au rouleau en ce sens que le transfert de la pâte d'impression sur le tissu se fait par un tamis très fin tendu sur des cadres spécialement conçus. Le procédé peut être manuel, semi-automatique ou complètement automatique. Pour l'impression automatique, on peut utiliser des cadres plats ou rotatifs alors que l'impression manuelle et semi-automatique est réalisée avec des cadres plats seulement.

Les tamis sont fabriqués par transfert manuel ou photographique du motif choisi sur le matériau constituant le tamis, généralement synthétique. La région à l'extérieur du motif est opacifiée de façon à retenir la pâte d'impression. Les tamis sont solidement tendus sur un cadre dans la position voulue. Chaque couleur du motif nécessite un cadre distinct.

Dans l'impression manuelle au cadre, le tissu est disposé sur une longue table et les cadres sont mis en place pour obtenir le motif souhaité puis la pâte d'impression est exprimée à travers les mailles du tamis sur le tissu avec une racle. Le tissu est ensuite séché et soumis à d'autres traitements d'apprêt. Dans le procédé semi-automatique, le tissu se déplace et les cadres demeurent en place. La manipulation des cadres et l'application de la pâte d'impression se font manuellement.

L'impression automatique au cadre plat se fait sur une machine qui effectue et commande électroniquement chaque étape. Le procédé est continu; le tissu se déplace le long d'une table et passe successivement sous les différents cadres qui sont fixes. La pâte d'impression est appliquée sur le cadre et une racle la force à travers les mailles du tamis sur le tissu. Lorsque toutes les couleurs du motif ont été appliquées, le tissu passe dans une cuve de vaporisage et(ou) de séchage.

Dans l'impression au cadre rotatif, la couleur est appliquée sur le tissu par des tamis cylindriques en fine toile métallique, qui ressemblent aux rouleaux cylindriques du procédé d'impression au rouleau. Le tissu se déplace en continu d'un cadre à l'autre et la pâte d'impression est appliquée par pression par la paroi intérieure du cylindre. Pour chaque couleur du motif, il faut un cadre distinct.

Apprêt - Les procédés d'apprêt ont été classés dans la catégorie des traitements au mouillé car la plupart des apprêts sont appliqués à l'état liquide. Le traitement au mouillé consiste à appliquer une grande variété de produits chimiques destinés à améliorer les propriétés d'un tissu, par exemple, à le rendre indéfroissable, imperméable, ignifuge, bactériostatique ou à le protéger contre les mites, la moisissure et les taches. Les apprêts se trouvent généralement dans une cuve et sont déposés sur le tissu au moyen de rouleaux (ou de calandres). Le tissu est ensuite séché pour faire durcir l'apprêt.

Pour rendre le tissu indéfroissable et lui conserver ses plis (pressage permanent), on utilise surtout des résines synthétiques. Les résines sont adhésives et elles sont réticulées en permanence (polymérisées) avec les fibres par action de la chaleur et d'un catalyseur.

Les silicones et d'autres substances synthétiques permettent de rendre les tissus hydrofuges. Les silicones servent aussi d'apprêt oléophobe.

Des apprêts ignifugeants sont appliqués sur les tissus cellulosiques (coton) pour les empêcher de brûler. Le phosphore sous forme de chlorure de tétra-(hydroxyméthyl)phosphonium est le principe actif le plus important de nombreuses préparations ignifugeantes.

Les apprêts antimite contenant du silicofluorure et du fluorure de chrome servent généralement à traiter la laine et d'autres fibres de poils d'animaux en les rendant non comestibles pour les larves de mites.

La formation de moisissure, la pourriture et la croissance de champignons sont évitées grâce à l'application de composés toxiques renfermant généralement des phénols chlorés, des sels métalliques, ou encore du zinc, du cuivre ou du mercure. Certains additifs hygiéniques peuvent également être utilisés pour empêcher la croissance des bactéries.

Les apprêts facilitant le lavage renferment généralement des organosilicones, des composés fluorés ou des dérivés de l'oxazoline. Ces substances permettent d'éliminer les taches par simple lavage.

2.3 Colorants et produits chimiques utilisés

Les colorants utilisés dans l'industrie textile sont classés d'après leur mode d'application.

Colorants acides - Sels de sodium, généralement d'acides sulfoniques ou d'acides carboxyliques; ce sont les principaux colorants utilisés pour la teinture de la laine. La plupart n'ont aucune affinité pour les fibres de coton, excepté quelques-uns dont la composition chimique est semblable à celle des colorants directs.

Colorants directs (ou substantifs) - Ils ressemblent aux colorants acides par le fait qu'il s'agit de sels de sodium d'acides sulfoniques, et presque toujours de composés azoïques. Ils sont utilisés principalement pour la teinture des fibres cellulosiques (par ex., le coton).

Colorants basiques - Généralement des chlorhydrates de sels ou des bases organiques. Comme c'est le cation de la molécule qui est générateur de la coloration, ces colorants sont souvent appelés colorants cationiques. Ils sont principalement utilisés pour les fibres acryliques, car ils ne se fixent pas sur les fibres cellulosiques (coton) à moins que celles-ci n'aient subi un traitement préalable.

Colorants plastosolubles (ou dispersables) - Suspensions de composés organiques finement divisés, très peu solubles dans l'eau. Ces colorants ont été mis au point pour la teinture des fibres hydrophobes, comme l'acétate de cellulose et les fibres synthétiques.

Colorants à mordant - Cette classe comprend des colorants naturels et synthétiques, ces derniers étant généralement obtenus à partir de l'anthracène. Ils ne se fixent pas aux fibres textiles à moins qu'elles n'aient été mordancées avec un oxyde métallique. Le mordant le plus couramment utilisé est le chrome, d'où le qualificatif de colorants au chrome (ou chromatables). Le plus souvent, ces colorants sont appliqués sous forme de bain colorant acide bouillant, et une fois la fibre saturée en colorant, on ajoute une solution de dichromate.

Colorants métallifères - Variétés de colorants à mordant, associant un oxyde métallique (chrome, le plus souvent) à 1 ou 2 molécules de colorant. L'ajout de dichromate est ainsi supprimé.

Colorants réactifs - Appelés ainsi parce qu'ils réagissent chimiquement avec des groupements fonctionnels de la fibre, ce qui a comme effet d'améliorer sa solidité à la lumière. Ils peuvent être appliqués sur la plupart des types de fibres (par ex., coton, nylon, lin ouvré, laine et soie), et par la plupart des méthodes de teinture. Un procédé courant utilisant un système en continu consiste à imprégner la fibre avec le colorant et une résine, puis de procéder à une cuisson pour polymériser et insolubiliser la résine et fixer le colorant.

Colorants au soufre - Composés organiques complexes renfermant des liaisons entre atomes de soufre à l'intérieur de la molécule. Ils sont généralement insolubles dans l'eau, mais se décomposent en constituants solubles en présence d'un agent réducteur comme le sulfure de sodium. Les constituants solubles se fixent sur la cellulose (coton) et, une fois sur la fibre, ils sont oxydés en leur forme insoluble originale. Ces colorants possèdent une excellente résistance au lavage, mais ils résistent mal à la lumière solaire et ont peu d'éclat.

Colorants de cuve - Ces colorants sont obtenus à partir d'indigo, d'anthraquinone et de carbazol, et sont utilisés pour teindre le coton, le lin ouvré, la rayonne, la laine, la soie et parfois le nylon. Ils sont insolubles dans l'eau, mais par traitement avec un agent réducteur en milieu alcalin, ils se transforment en dérivés solubles doués d'affinité pour les fibres cellulosiques. L'exposition à l'air ramène les dérivés solubles à leur forme initiale insoluble.

Le tableau 2 présente la liste des adjuvants pour l'obtention d'une teinture efficace. Le tableau 3 présente une liste d'autres produits chimiques utilisés dans différents procédés textiles.

2.4 Production de déchets et caractéristiques des déchets

2.4.1 Eaux usées. - Le volume et la composition des eaux usées des opérations de l'industrie textile varient selon le procédé et les matières premières utilisés. Les eaux usées sont généralement caractérisées par une forte charge de matières organiques et une haute teneur en matières solides. Les principaux constituants sont les impuretés naturelles contenues dans les fibres et les produits chimiques utilisés. Les eaux usées proviennent des divers procédés de traitement au mouillé. Les procédés à sec produisent également de petites quantités d'eaux usées, par exemple: eaux de lavage des cuves de colle dans les ateliers de traitement des matériaux bruts, qui contiennent des agents d'encollage; eaux usées de procédés utilisant des adhésifs, comme l'application des fonds de tapis ou les opérations d'usines de non-tissés, qui peuvent contenir des liants (latex surtout) provenant du lavage de l'équipement.

Les procédés de traitement au mouillé précédemment décrits comprennent les opérations suivantes: débouillissage, désencollage, foulage, carbonisage (dépaillage), mercerisage, blanchiment, teinture/impression et apprêt; la production et les caractéristiques relatives aux eaux usées de ces procédés sont décrites brièvement ci-dessous.

Débouillissage (lavage) - Utilisation d'eau et d'agents chimiques sélectionnés pour débarrasser les fibres et(ou) le tissu de leurs impuretés. Cette opération est une

TABLEAU 2 ADJUVANTS DE TEINTURE

Adjuvant	Type de colorant								
	Acide	Direct	Basique	Plasto-soluble	À mordant	Métallifère	Réactif	Au soufre	De cuve
Acétate d'ammonium	X								
Acétate de sodium			X						
Acide acétique	X		X	X	X	X		X (ou autres acides)	X
Acide chlorhydrique		X							
Acide formique	X		X		X	X			
Acide oxalique			X						
Acide sulfurique	X				X	X			
Agent mouillant		X							
Agents dispersants				X					X
Agents d'unisson ou retardateurs	X		X						
Agents pénétrants					X	X			
Agents séquestrants		X							
Amines aromatiques		X							
Carbonate de sodium		X					X	X	
Chlorure de sodium		X					X	X	
Dichromate de potassium					X	X			
Dichromate de sodium					X	X		X	
Eau oxygénée								X	X
Gélatine									X
Huiles solubles									X
Hydrosulfite de sodium									X
Hydroxyde de sodium							X		X
Nitrate de sodium		X							
Phosphate d'ammonium	X								
Sulfate d'ammonium	X				X	X			
Sulfate de sodium (sel de Glauber)	X	X			X	X			
Sulfure de sodium								X	
Tampon							X		
Urée							X		
Véhicules organiques (par ex., ortho-phénylphénol, chlorobenzène, phtalate diéthylique, méthylnaphtalène, toluène)				X					

source d'eaux usées. Le tableau 4 présente la consommation d'eau par unité de poids de produit, ainsi que les caractéristiques des eaux usées du débouillissage pour différents types de fibres.

Carbonisage (dépaillage) - Utilisation d'acide sulfurique pour éliminer les matières végétales (chardons et autres) des fibres de laine; ces fibres doivent être neutralisées et rincées avant leur traitement ultérieur. Les solutions utilisées pour la neutralisation et l'eau de rinçage sont des sources d'eaux usées. La consommation d'eau varie de 17 000 à 135 000 l par 1000 kg de produit. Voici quelques caractéristiques types des eaux usées du carbonisage: DBO, 15 à 100 mg/l; MST, 100 à 10 000 mg/l; pH, 2 à 9.

Foulage - Le foulage consiste à donner aux tissus de laine de la compacité, de l'épaisseur. On utilise pour cela de l'acide, de l'alcali et certains produits chimiques. Le

TABLEAU 3 AUTRES PRODUITS CHIMIQUES UTILISÉS DANS DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE L'INDUSTRIE TEXTILE

Procédé	Produits chimiques	
	Couramment utilisés	Parfois utilisés
Impression	- colorants - colles - solvants - alcools	- composés d'ammonium - alginates de sodium - carbonate de sodium anhydre - hypochlorite - savons et détergents
Blanchiment	- peroxyde - hydrosulfite - hypochlorite - phosphates de sodium - sel	- silicate de sodium - soude caustique - stabilisateurs - carbonate de sodium anhydre
Encollage	- amidon de maïs - acide polyvinylique - carboxyméthylcellulose - savons	
Filature	- huile de laine	
Apprêt de tapis	- latex - carbonate de calcium - Minex - aluminium hydraté - épaississants - caoutchouc de styrène-butadiène	
Débouillissage (lavage)	- détergents - carbonate de sodium anhydre - adoucissants - produits caustiques - phosphate de sodium - surfactifs (tensioactifs)	
Préparation de la fibre	- acide oléique	
Apprêt spécial	- adoucissants (huiles, cires, savons) - raidissants (PVA, éthylcellulose) - pressage permanent (résines) - apprêts irrétrécissables (résines de réticulation) - oléophobes (acrylates et acides gras perfluorés) - hydrofuges (résines de silicone) - apprêts antistatiques - ignifugeants (azides de triaziridylphosphine) - bactéricides (trichlorophénol) - agents antimite (dieldrine)	

TABLEAU 4 CARACTÉRISTIQUES DES EAUX RÉSIDUAIRES DU DÉBOUILLISSAGE POUR CERTAINES FIBRES

Fibre	Paramètre			Consommation d'eau (litres par 1000 kg de produit)
	DBO (mg/l)	MST (mg/l)	pH (unités)	
Laine*	1 000 à 10 000	1 000 à 30 000	9 à 11	46 000 à 100 000
Coton	100 à 2 900	2 200 à 17 400	10 à 13	2 500 à 43 000
Rayonne	2 800	3 300	8 à 9	17 000 à 33 500
Acétate	2 000	2 000	9 à 10	25 000 à 83 500
Nylon	1 300	1 800	10 à 11	50 000 à 66 750
Acrylique	2 100	1 800	9 à 10	50 000 à 66 750
Polyester	500 à 800	600 à 1 400	8 à 10	25 000 à 42 000

* S'applique au débouillissage intensif de fibres de laine brute, opération qui n'est pas pratiquée au Canada.

foulage doit être suivi d'un lavage énergique pour éliminer les produits chimiques. Le foulage consomme généralement de 125 000 à 835 000 l d'eau de lavage par 1000 kg de produit. L'eau de lavage (c'est-à-dire les eaux usées) présente généralement les caractéristiques suivantes: DBO, 200 à 10 000 mg/l; MST, 4000 à 10 000 mg/l; pH, 7 à 12.

Désencollage - Rinçage à l'eau du tissu pour éliminer les agents d'encollage hydrosolubles. Si les composés d'encollage sont insolubles dans l'eau, on utilise d'abord des acides ou des enzymes pour les rendre hydrosolubles. La consommation d'eau et les caractéristiques des eaux usées de ce procédé sont fonction du type de colle et de la méthode de désencollage employés. Voici des valeurs types pour ce procédé: consommation d'eau, 2500 à 21 000 l par 1000 kg de produit; DBO, 200 à 5200 mg/l; MST, 400 à 4000 mg/l; pH, 6 à 8.

Mercerisage - Les fibres de coton sont imprégnées d'une solution caustique froide pour augmenter la résistance à la traction, l'affinité au colorant, la résistance à l'abrasion, et améliorer le lustre; il faut ensuite laver énergiquement pour débarrasser les fibres du produit caustique. La consommation d'eau et les caractéristiques des eaux usées sont fonction du titre de la solution caustique utilisée et de la technique de séparation du produit caustique. Voici quelques valeurs types: consommation d'eau, 17 000 à 320 000 l par 1000 kg de produit; DBO, 50 à 800 mg/l; MST, 300 à 18 000 mg/l; pH, 5 à 14.

Blanchiment - Ce procédé utilise des agents chimiques, comme l'eau oxygénée, pour blanchir la laine, le coton et certaines fibres synthétiques. Il est suivi d'un rinçage énergique qui est source d'eaux usées. Le tableau 5 présente les valeurs pour la consommation d'eau et les caractéristiques types des eaux usées.

TABLEAU 5 CARACTÉRISTIQUES TYPES DES EAUX RÉSIDUAIRES DU BLANCHIMENT POUR CERTAINES FIBRES

Fibre	Paramètre			Consommation d'eau (litres par 1000 kg de produit)
	DBO (mg/l)	MST (mg/l)	pH (unités)	
Coton	100 à 1 700	800 à 15 000	8 à 12	2 500 à 125 000
Laine	400	900	6	2 500 à 25 000
Acétate	700	800 à 1 000	7 à 9	33 500 à 50 000

Teinture/impression - La teinture met en contact les fibres, les fils ou les tissus avec un bain de colorant et elle est suivie d'un rinçage à l'eau des produits teints. Le bain de colorant usé et l'eau de rinçage sont des sources d'eaux usées. L'impression consiste à transférer des pâtes d'impression couleurs d'un rouleau ou d'un cadre à une étoffe ou un tissu; les pâtes d'impression, les opérations de lavage des produits imprimés constituent des sources d'eaux usées. La consommation d'eau et les caractéristiques des eaux usées sont fonction du type de fibre et de colorant, des conditions de traitement et de l'équipement utilisé. Le tableau 6 présente quelques valeurs types pour la teinture et l'impression de diverses fibres.

Apprêt - L'apprêt consiste à traiter un tissu à l'aide de produits chimiques, généralement à l'état liquide, pour améliorer ses propriétés. L'apprêt ne produit pas un débit continu d'eaux usées; il y a cependant risque de déversements accidentels, de production d'eau de nettoyage et de rejets de produits chimiques. Voici quelques exemples de caractéristiques d'eaux usées des opérations d'apprêtage (7):

Fibre	DBO	MST	pH (unités)
Coton	20 à 500 mg/l	40 à 1700 mg/l	6 à 8
Fibres synthétiques	2 à 80 kg par 1000 kg de produit	3 à 100 kg par 1000 kg de produit	

TABLEAU 6 CARACTÉRISTIQUES TYPES DES EAUX USÉES PROVENANT DE LA TEINTURE ET DE L'IMPRESSION DE DIVERSES FIBRES

Fibre	Paramètre			Consommation d'eau (litres par 1000 kg de produit)
	DBO (mg/l)	MST (mg/l)	pH (unités)	
Coton	60 à 10 000	10 à 800	1 à 12	8 500 à 300 000
Laine	400 à 3 000	2 000 à 10 000	5 à 8	16 700 à 25 000
Rayonne	2 800	3 500	8 à 9	16 700 à 33 500
Acétate	2 000	2 000	9 à 10	33 500 à 50 000
Nylon	400	600	8 à 9	16 700 à 33 500
Acrylique	200 à 2 000	800 à 2 000	1 à 4	16 700 à 33 500
Polyester	500 à 27 000	300 à 3 000	6 à 9	16 700 à 33 500

2.4.2 **Émissions.** - L'industrie textile peut être à l'origine des émissions suivantes:

Vapeurs (ou brouillards) d'huiles produites lorsque les textiles renfermant des huiles, des plastifiants ou d'autres substances qui peuvent se volatiliser ou se dégrader à la chaleur en matières volatiles, sont exposés à la chaleur. Parmi les procédés thermiques avec formation possible de vapeurs d'huiles, on peut citer le passage sur rame, le calandrage, le thermofixage, le séchage et la polymérisation.

Vapeurs d'acides produites pendant la carbonisage de la laine.

Vapeurs de solvants libérées pendant et après les traitements au solvant, comme le nettoyage à sec.

Poussières et fibres courtes produites lors du traitement des fibres naturelles et des fibres synthétiques discontinues avant et pendant la filature ainsi que lors du rasage des tapis et du grattage; la plupart des autres procédés textiles donnent des fibres courtes.

2.4.3 **Déchets solides.** - Les procédés utilisés dans l'industrie textile ne donnent pas de grandes quantités de déchets solides. Parmi les déchets solides produits, on peut citer les déchets divers, les chutes de tissu, les balayures de plancher, les fibres décantées ou tamisées, les boues d'épuration et le latex résiduaire. Les boues d'épuration peuvent renfermer des quantités significatives de métaux lourds et représenter un danger; les résidus de latex peuvent être toxiques.

2.5 Techniques de traitement des déchets

2.5.1 Traitement des eaux usées. - La teneur en polluants et le débit des eaux usées de l'industrie textile sont variables en raison de la diversité des procédés utilisés. De façon générale, on peut dire que les eaux usées sont colorées, fortement alcalines, chaudes, qu'elles ont une forte DBO (charge organique) et sont riches en MST. L'épuration des eaux usées de cette industrie peut être décrite schématiquement comme suit:

Épuration primaire	- traitement physique	- régulation de la décharge - dégrillage/tamisage - clarification/décantation
	- traitement chimique	- neutralisation - coagulation/précipitation
Épuration secondaire	- traitement biologique	- par boues activées - aération prolongée - lagunage (micro-organismes facultatifs ou milieu aérobie)
	- traitement physico-chimique	- ajout de charbon actif en poudre aux procédés biologiques
Épuration tertiaire	- traitement physique	- clarification secondaire - filtration sur milieu mixte - ultrafiltration - charbon actif granulaire (CAG) - charbon actif en poudre (CAP)
	- traitement chimique	- coagulation/précipitation - ozonation - chloration

Certains procédés sont examinés dans les sections qui suivent, avec références à l'élimination des composés que l'on retrouve ordinairement dans les effluents de l'industrie textile.

Épuration primaire - L'épuration primaire élimine les matières solides grossières colloidales ou en suspension. Les procédés de traitement sont le dégrillage (tamisage), la régulation de la décharge, la neutralisation et la clarification.

Le *dégrillage (ou tamisage)* permet de séparer les matières solides grossières flottantes et en suspension par passage à travers des grilles et des tamis. Il empêche l'obstruction des tuyaux et une perte d'efficacité dans les procédés de traitement subséquents. Les tamis sont classés en tamis grossiers (mailles de 6 mm ou plus) et en

tamis fins (mailles inférieures à 6 mm). Les tamis grossiers retiennent les chiffons, les bâtonnets et autres matériaux grossiers. Les tamis fins séparent les flocs, les ficelles, les fibres courtes et autres solides de petite taille. Il existe différents types de tamis et grilles:

- les grilles à barreaux à nettoyage manuel;
- les grilles à barreaux à nettoyage mécanique;
- les tamis vibrants;
- les tamis Hydrasieve (tamis hydrauliques inclinés);
- les tamis rotatifs.

La *régulation* permet d'assurer des conditions uniformes de débit et(ou) de charge en amont des systèmes d'épuration physique, chimique ou biologique. De fortes fluctuations de débit peuvent être régularisées à l'aide de pompes, de siphons, de valves ou de réservoirs d'équilibre.

La régulation peut servir à niveler les charges organiques véhiculées vers le traitement suivant. Certains effluents comme ceux des procédés de désencollage et du débouillissage du coton, du débouillissage et du lavage après foulage de la laine et du débouillissage de l'huile des tricots en polyester peuvent être séparés de l'effluent principal et recueillis dans de petits bassins d'équilibre. Ces effluents, qui constituent en général entre 1 et 4 p. 100 du débit total de l'usine, sont séparés pour contrôler entre 50 à 90 p. 100 de la charge totale de DBO de l'usine. Des lagunes où le temps de séjour est supérieur à 24 heures servent couramment d'installations de régulation. Ces lagunes constituent un déversoir thermique qui permet le refroidissement des eaux usées évacuées. Les lagunes ordinaires peuvent être construites en béton, en acier ou simplement en terre. Les constructions en terre offrent généralement le meilleur rendement coûts/avantages.

La *neutralisation* - Les eaux usées de l'industrie textile ont généralement un pH compris entre 5 et 12 en raison de la nature acide des eaux résiduaires de la teinture et de la nature alcaline des eaux résiduaires du lavage et du débouillissage.

Les eaux résiduaires acides sont neutralisées à la chaux, au carbonate de sodium ou à l'hydroxyde de sodium. La chaux est généralement le produit le moins coûteux mais sa manipulation est difficile et elle génère d'importantes quantités de boues qu'il faut éliminer ultérieurement. Les eaux résiduaires alcalines peuvent être neutralisées avec des acides forts ou des gaz de carneau renfermant de l'anhydride carbonique (CO_2) et de l'anhydre sulfureux (SO_2).

La *coagulation chimique et la précipitation* peuvent être utilisées soit au stade de l'épuration primaire, soit au stade de l'épuration tertiaire. Les produits chimiques sont ajoutés aux eaux usées pour éliminer les matières colloïdales ainsi que les matières organiques ou minérales en suspension (particulièrement le phosphore). Les produits chimiques les plus couramment employés sont le sulfate d'aluminium (alun), la chaux et les sels de fer (sulfate ferrique ou ferreux, chlorure ferrique).

Plusieurs chercheurs ont établi l'efficacité de l'alun, de la chaux ou du sulfate ferrique, et l'action de ces coagulants est résumée au tableau 7 (8 à 10). La coagulation permet une assez bonne élimination des colorants plastosolubles présents dans les eaux usées brutes. Par contre, elle ne vaut rien pour les colorants réactifs. Les rendements présentés au tableau 7 pourraient donc être trop élevés pour une usine qui utiliserait surtout des colorants réactifs.

La *clarification ou décantation* élimine les solides par décantation gravitaire. La décantation peut être utilisée avec les systèmes de régularisation, d'élimination des matières organiques ou minérales et de coagulation chimique. Les temps de séjour sont de l'ordre de trois heures si la séparation de l'écume et des solides décantables est accomplie mécaniquement. On a signalé des réductions de 5 à 15 p. 100 pour la DBO et de 15 à 60 p. 100 pour les solides en suspension (11).

TABLEAU 7 EFFICACITÉ DE CERTAINS COAGULANTS POUR DES PARAMÈTRES CONVENTIONNELS

Paramètre	% d'élimination		
	Alun	Chaux	Sulfate ferrique
DBO	50 à 70	-	-
DCO*	28 à 70	29 à 80	30 à 58
Matières solides			
- totales	5	-	-
- volatiles	50	-	-
- en suspension	80 à 98	-	-
Couleur	72 à 95	68 à 91	75 à 90
Alcalinité	0 à 20	-	-

* Demande chimique en oxygène.

Épuration secondaire - L'épuration secondaire diminue de façon importante les quantités de matières organiques dissoutes et de solides en suspension dans les eaux usées. Les procédés d'épuration secondaire retenus sont les lagunes (ou étangs), les boues activées, l'ajout de charbon actif et la coagulation chimique.

Les étangs (ou lagunes) sont considérés comme des procédés d'épuration secondaire peu rapides. Il en existe quatre types: aérés, facultatifs, anaérobies et de finition.

Les étangs aérés ont été utilisés par l'industrie textile pour obtenir une épuration secondaire pas trop coûteuse. Les temps de séjour varient de 2 à 10 jours, et la profondeur des étangs, entre 2,5 et 4,5 m. L'oxygène est introduit à l'aide d'une turbine mécanique fixe, d'aérateurs flottants à hélice, à vitesse lente, ou d'un diffuseur d'air. L'élimination biologique des solides est habituellement réalisée dans une zone calme de l'étang ou par clarification secondaire.

La réduction de la DBO et des solides en suspension peut varier entre 50 à 90 p. 100 selon le temps de séjour, la température et le degré de mélange. Les étangs sont construits en fonction des caractéristiques suivantes:

- le taux de réduction de la DBO;
- les besoins en oxygène;
- l'influence de la température;
- l'énergie requise pour le mélange.

Les taux d'élimination suivants ont été obtenus dans des étangs aérés: DBO, 0 à 91 p. 100; DCO, 3 à 23 p. 100 (12, 13).

Boues activées avec aération prolongée - Le procédé aux boues activées, modifié par aération prolongée, est la technique la plus couramment utilisée dans l'industrie textile pour l'épuration secondaire des eaux usées. Ce procédé permet un temps de contact plus long entre le mélange des boues activées et les eaux usées brutes dans le bassin d'aération. Pour les eaux résiduaires de l'industrie textile, des périodes d'aération de 36, 48, 60, 72, 96 ou de plus de 120 heures sont parfois nécessaires. Malgré le taux élevé d'élimination des matières organiques des eaux usées, la production de boues biologiques est moindre comparativement au procédé classique aux boues activées.

L'oxygène est introduit dans le bassin d'aération par des aérateurs mécaniques ou par des diffuseurs d'air. Une diminution de la DBO supérieure à 90 p. 100 est possible. Ce procédé tolère mieux les fortes fluctuations de charge que les systèmes classiques à boues activées. La décantation secondaire est requise pour éliminer et recycler les

matières solides biologiques. Le tableau 8 (10, 12, 13) présente les taux d'élimination obtenus pour certains paramètres classiques.

On a signalé (tableau 9) l'adsorption de divers colorants par les boues activées (14). Il s'agit là probablement d'un mécanisme important de la décoloration des eaux usées dans les procédés biologiques.

Le *charbon actif* (en poudre) ajouté au réacteur aérobie d'un système d'épuration biologique a permis de diminuer la DBO et la DCO et d'améliorer la décoloration de l'effluent. Le charbon actif semble également agir sur la formation de mousse.

On alimente quotidiennement le réacteur en charbon actif de façon à ce qu'il représente environ 25 p. 100 des solides en suspension dans la liqueur mixte (MSSLM) et que les pertes de boues soient faibles. La teneur en charbon est étroitement surveillée pour empêcher l'accumulation de matières inertes qui pourraient diminuer le nombre de bactéries actives dans la liqueur mixte. Normalement, le charbon actif est entraîné hors du réacteur sans problème mais une épuration chimique peut toutefois être requise. Le charbon épuisé peut être concentré par épaississement gravitaire et par filtration sous vide ou par déshydratation. La régénération est avantageuse si de grandes quantités de charbon sont utilisées; sinon, le charbon épuisé doit être éliminé.

Le tableau 10 (3) résume l'efficacité de procédés d'épuration secondaire sélectionnés, pour divers paramètres. L'aération prolongée et les procédés aux boues activées diminuent significativement la DCO et les MST. Ce tableau peut servir à se faire

TABLEAU 8 RENDEMENT DU PROCÉDÉ AUX BOUES ACTIVÉES AVEC AÉRATION PROLONGÉE POUR CERTAINS PARAMÈTRES CONVENTIONNELS

Paramètre	% d'élimination
DBO	70 à 95
DCO	30 à 90
Matières solides	
- totales	5 à 80
- volatiles	10 à 50
- en suspension	30 à 90
Couleur	10 à 80
Alcalinité	10 à 20

TABLEAU 9 ADSORPTION DES COLORANTS PAR LES BOUES ACTIVÉES

Type de colorant	% adsorbé
Acide	0 à 100
Réactif	0 à 43
Direct	34 à 99
Plastosoluble	13 à 95
Basique	64 à 100

TABLEAU 10 RÉSUMÉ DE L'EFFICACITÉ DE CERTAINS PROCÉDÉS D'ÉPURATION SECONDAIRE POUR LES PARAMÈTRES CONVENTIONNELS DES EAUX RÉSIDUAIRES DE L'INDUSTRIE TEXTILE UTILISANT LES PROCÉDÉS AU MOUILLÉ

	% d'élimination			
Traitement	DBO	DCO	MST	Couleur
Étangs aérés	0 à 90	3 à 25	-	-
Aération prolongée	70 à 98	30 à 90	5 à 80	10 à 80
Boues activées avec ajout de charbon actif	5 à 75	20 à 70	-	50 à 80

une idée des rendements possibles de divers procédés, mais les taux réels dépendent toujours des caractéristiques des eaux usées.

Dans un document de 1979, l'EPA étatsunienne présente sommairement les taux d'élimination pour certains paramètres obtenus dans des usines textiles utilisant les procédés au mouillé. On estimait que ces usines employaient la meilleure technologie utilisable (BPT) (voir tableau 11), à savoir:

- boues activées avec aération prolongée (temps de séjour minimum: 24 h);
- décantation secondaire;
- recirculation des boues biologiques dans le bassin d'aération.

TABLEAU 11 RENDEMENT D'ÉLIMINATION POUR CERTAINS PARAMÈTRES DANS DES USINES TEXTILES UTILISANT LA MEILLEURE TECHNOLOGIE UTILISABLE (BPT) (12)

Sous-catégorie	% d'élimination			
	DBO	DCO	MST	Couleur
Débouillissage de la laine	96	71	79	14
Ennoblissement de la laine	71	12	-	33
Ennoblissement des tissus				
- traitement simple	94	73	33	58
- traitement complexe	93	77	55	-
- traitement complexe plus désencollage	94	80	67	94
Ennoblissement des étoffes tricotées				
- traitement simple	93	69	30	53
- traitement complexe	93	65	8	90
- articles de bonneterie	78	58	-	-
Ennoblissement des tapis	92	76	14	37
Fabrication des non-tissés	-	-	-	-
Ennoblissement des feutres	-	-	-	-

Épuration tertiaire - L'épuration tertiaire peut servir à éliminer les matières solides et les matières organiques encore présentes dans les effluents après l'épuration secondaire. L'épuration tertiaire utilise les procédés suivants: filtration multicouche, épuration au charbon actif, coagulation chimique et précipitation, osmose inverse et ozonation.

La *filtration* est la forme la plus répandue des procédés de polissage des eaux usées pour l'élimination des solides résiduels en suspension. La filtration sur couches filtrantes de granulométrie décroissante est elle aussi un procédé très courant. Les filtres fonctionnent par gravité ou par poussée.

La *coagulation chimique et la précipitation* - Dans l'épuration tertiaire des eaux usées d'une usine textile, la coagulation chimique et la précipitation servent à éliminer la couleur et la matière organique dissoute encore présentes dans l'effluent secondaire. Les coagulants comme l'alun, les sels de fer et la chaux se sont révélés très

efficaces pour la décoloration des eaux là où on utilisait des colorants plastosolubles, de cuve ou au soufre. Des doses de 300 à 600 mg/l de n'importe lequel de ces coagulants chimiques permettent d'éliminer 75 à 90 p. 100 de la couleur. L'équipement de manutention des boues est une partie intégrante du procédé; chaque produit chimique génère des types et des quantités variables de boues chimiques dont il faut tenir compte lors de la conception du système. En ajoutant de l'alun, il est possible d'éliminer de 50 à 94 p. 100 de la couleur et de 14 à 64 p. 100 du carbone organique total (COT).

On a comparé l'efficacité de plusieurs produits chimiques pour la décoloration et la réduction de la DBO des eaux brutes des opérations de teinture (tableau 12) (13). La coagulation chimique est comparable à celle obtenue avec le procédé aux boues activées.

Le *charbon actif* permet de réduire efficacement la teneur en matières organiques solubles des eaux usées de l'industrie textile et parfait la décoloration. L'élimination se fait par adsorption des molécules à la surface du charbon. Cette adsorption est plus ou moins forte selon la structure moléculaire, la masse moléculaire et la polarité. Le charbon actif permet en général une excellente décoloration des eaux usées contenant des colorants réactifs, acides, azoïques et à base de complexes métalliques. Le tableau 13 (11) présente les résultats obtenus avec la technique d'adsorption sur charbon actif pour certains paramètres.

Le charbon actif granulaire a été utilisé en colonnes montées en série et en parallèle ainsi que dans des lits mobiles (15). Dans le montage en série, les colonnes sont raccordées, ce qui permet de remplacer un lit de charbon épuisé sans devoir interrompre les opérations. Les colonnes en parallèle reçoivent une alimentation fractionnée et les effluents sont réunis en un seul effluent. Dans le procédé en parallèle, il faut au minimum deux systèmes complets pour qu'on puisse régénérer ou regarnir les colonnes saturées et ainsi éviter les temps morts. Avec les systèmes à lit mobile, le lit de charbon se déplace à contre-courant des eaux usées. Le charbon épuisé est soutiré par le bas de la colonne et le charbon actif est introduit par le haut. Le liquide à épurer est injecté à la base de la colonne et sort par le haut, si bien qu'il passe en dernier lieu dans une couche de charbon frais, ce qui permet d'éliminer les matières organiques résiduelles ou de parfaire la décoloration.

Les systèmes en parallèle conviennent généralement bien pour épurer de grands volumes d'eau relativement peu polluée et(ou) qui demandent un te s de séjour plus court. Les systèmes à lit mobile et les systèmes en série sont surtout employés pour l'adsorption sur charbon actif.

TABLEAU 12 ÉPURATION PAR COAGULATION CHIMIQUE DES EAUX USÉES DES OPÉRATIONS DE TEINTURE

Eaux résiduaires	Coagulant chimique	% d'élimination DBO	% d'élimination Couleur
A	Sulfate ferreux ($FeSO_4$) Chaux*	41,5	91,0
A	Alun	42,7	97,5
A	Acide sulfurique (H_2SO_4) Chlorure de calcium ($CaCl_2$)	42,5	85
B	Sulfate ferreux ($FeSO_4$)	42,5	80
B	Sulfate ferreux ($FeSO_4$) Chaux*	52,5	80
B	Alun Acide sulfurique (H_2SO_4)	56,9	90
B	Chlorure de calcium ($CaCl_2$)	49,0	84

A - Eaux usées d'une usine utilisant des colorants au soufre et à l'indigo.
Remarque: aucune décoloration visible après 14 jours de séjour dans un étang.
B - Eaux usées d'une usine utilisant des colorants de cuve, au soufre et à l'indigo, et des agents d'apprêt.
* Chaux hydratée concentrée $Ca(OH)_2$, valeur représentative.

TABLEAU 13 RENDEMENT D'ÉLIMINATION OBTENU PAR ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF POUR DIVERS PARAMÈTRES

Paramètre	% d'élimination
DBO	60 à 95
DCO	60 à 95
Matières solides	
- totales	10 à 30
- volatiles	50 à 80
- en suspension	60 à 90
Couleur	80 à 98
Alcalinité	5

Les systèmes à lit mobile et les systèmes en série sont utilisés pour maximiser l'utilisation du charbon actif, car les eaux usées des usines textiles nécessitent un temps de contact prolongé et des quantités considérables de charbon pour donner un effluent de qualité acceptable.

Le charbon actif granulaire est très souvent utilisé pour l'épuration tertiaire en colonnes; avec le charbon actif en poudre, il faut une filtration préalable poussée pour éliminer les matières solides qui pourraient autrement colmater les colonnes.

L'*osmose inverse* (hyperfiltration) est un procédé de filtration sur membrane qui élimine les impuretés organiques et minérales dissoutes. Une pression hydrostatique supérieure à la pression osmotique (habituellement de l'ordre de 2500 à 7000 kPa) est appliquée à la solution à épurer sur l'un des côtés d'une membrane semi-perméable. La membrane laisse passer les molécules de solvant (généralement l'eau), mais retient le soluté dissous.

Les membranes sont généralement en acétate de cellulose ou faites d'un mélange polymérique breveté. Le choix d'une membrane est dicté par le pH et la température, et chaque type de membrane doit faire l'objet d'études poussées en laboratoire et à l'échelle pilote avant sa conception pour usage industriel.

Le tableau 14 (11) présente le rendement d'élimination pour certains paramètres obtenu avec l'osmose inverse.

L'*ozonation* - L'ozone sert surtout comme désinfectant de l'eau potable, mais son excellent pouvoir oxydant le rend très intéressant pour dégrader les composés toxiques

TABLEAU 14 RENDEMENT D'ÉLIMINATION POUR CERTAINS PARAMÈTRES OBTENU AVEC L'OSMOSE INVERSE

Paramètre	% d'élimination
DBO	80 à 98
DCO	80 à 98
Matières solides	
- totales	70 à 98
- volatiles	75 à 98
- en suspension	95 à 100
Couleur	95 à 100
Alcalinité	80 à 95

qui n'ont pas été éliminés par l'épuration secondaire. L'ozonation est cependant un procédé très coûteux, l'ozone étant un corps instable qui doit être produit sur place.

L'efficacité de l'ozone pour l'élimination de la couleur et des matières organiques est fonction du pH des eaux usées (16, 17). Une réduction très élevée de la couleur (80 p. 100) a été obtenue avec une dose d'ozone de 15 mg/l (17) dans une fabrique de tapis. Le taux d'élimination des matières organiques dans les effluents d'usines textiles, mesuré par la DCO, variait de 0 à 50 p. 100 avec une dose d'ozone de 1000 mg/l, mais la décoloration était de 80 p. 100.

L'EPA étatsunienne a préparé un document récapitulatif sur l'efficacité de certains procédés d'épuration tertiaire appliqués à des effluents de l'épuration secondaire (12). Cette information est résumée au tableau 15.

TABLEAU 15 RENDEMENT D'ÉLIMINATION POUR CERTAINS PARAMÈTRES AVEC DES PROCÉDÉS D'ÉPURATION TERTIAIRE DANS DES USINES TEXTILES UTILISANT LE TRAITEMENT AU MOUILLÉ

Épuration tertiaire	% d'élimination				
	DBO	DCO	MST	COT	Couleur
Coagulation chimique	25 à 95	10 à 85	0 à 98	5 à 85	0 à 10
Filtration multicouche	0 à 30	5 à 25	60 à 70	5 à 15	-
Filtration multicouche et précoagulation	0 à 70	0 à 25	0 à 90	0 à 30	0 à 5
Ozonation	-	15 à 90	30 à 35	5 à 35	70 à 80
Adsorption sur charbon actif	30 à 99	5 à 97	0 à 99	35 à 97	0 à 75

Élimination de la toxicité - De nombreux composés utilisés dans les usines textiles se sont révélés toxiques pour la vie aquatique. Il faudrait entreprendre des études fort longues et fort coûteuses pour connaître dans quelle mesure ces composés peuvent être éliminés. L'EPA a examiné à quel point l'épuration tertiaire d'effluents d'usines textiles ayant subi une épuration secondaire éliminait certains polluants toxiques pour les algues et les poissons (12). Les huit modes de traitement suivants, faisant intervenir un ou plusieurs procédés, ont été examinés:

- décantation;
- addition de coagulant suivie de floculation/décantation;
- filtration multicouche;
- ajout de coagulant suivie de filtration multicouche;
- ajout de coagulant suivie de floculation/décantation suivies à leur tour de filtration multicouche;
- filtration multicouche suivie de l'adsorption sur charbon actif granulaire;
- filtration multicouche suivie d'ozonation;
- ajout de coagulant avec floculation/décantation suivies de la filtration multicouche et de l'adsorption sur charbon actif granulaire.

D'après les mesures faites à l'aide d'essais biologiques, le rendement des huit systèmes de traitement pour l'élimination des polluants toxiques et de la toxicité s'établissait comme suit:

- Élimination des composés organiques toxiques - On ne possède pas assez de données pour pouvoir tirer des conclusions.
- Élimination des métaux toxiques - Rendement optimal: filtration multicouche; floculation/décantation suivies de filtration multicouche; filtration multicouche suivie de l'adsorption sur charbon actif. Rendement moyen: décantation; floculation/décantation; floculation/décantation suivies de filtration multicouche et de l'adsorption sur charbon actif. Rendement le moins efficace: filtration multicouche avec précoagulation; filtration multicouche puis ozonation.
- Élimination de la toxicité aiguë - Rendement optimal: filtration multicouche; filtration multicouche suivie de l'adsorption sur charbon actif. Rendement moyen: décantation; floculation/décantation suivies de filtration multicouche; filtration multicouche suivie d'ozonation; floculation/décantation suivies de filtration multicouche et de l'adsorption sur charbon actif. Rendement le moins efficace: floculation/décantation; filtration multicouche avec précoagulation.
- Élimination composée - Rendement optimal: filtration multicouche suivie de l'adsorption sur charbon actif. Rendement moyen: décantation; floculation/décantation; filtration multicouche; floculation/décantation suivies de filtration multicouche; filtration multicouche suivie d'ozonation; floculation/décantation suivies de filtration multicouche et de l'adsorption sur charbon actif. Rendement le moins efficace: filtration multicouche avec précoagulation.

L'étude (12) a permis de conclure que la filtration multicouche d'effluents secondaires suivie de l'adsorption sur charbon actif, était la technique la plus efficace pour éliminer les composés toxiques, comme en faisaient foi les essais biologiques avec des poissons et des algues.

2.5.2 Traitement des émissions. - Comme on l'a vu précédemment, les usines textiles peuvent libérer dans l'atmosphère des brouillards d'huiles et d'acides, des vapeurs de solvants ainsi que des poussières et des fibres courtes. Diverses techniques permettent

de prévenir cette forme de pollution: incinération, captage à sec, adsorption et lavage des gaz par voie humide.

L'*incinération* fait appel aux hautes températures pour détruire les polluants et c'est la méthode de dépollution la plus sûre. C'est par contre la plus énergivore et, en général, on préfère utiliser d'autres méthodes lorsque le volume d'émissions est faible, ce qui est le cas pour l'industrie textile. Elle peut être néanmoins employée pour la destruction de produits préalablement concentrés comme les solvants désorbés à la vapeur provenant des lits adsorbants utilisés pour la récupération des solvants. L'incinération permet aussi d'éliminer les fibres courtes de l'air provenant de la purge des dispositifs de captage des fibres.

Dans le *captage à sec*, les polluants sont recueillis sous une forme sèche relativement concentrée et sont soit éliminés soit recyclés. Pour le captage à sec on procède par:

- Séparation cyclonique - qui utilise la force centrifuge. Les particules grossières et les brouillards (taille de 15 à 40 µ m) sont séparées du courant gazeux par projection sur les parois du cyclone.
- Filtration - qui sert à éliminer les particules et(ou) les huiles s'écoulant librement. Elle comprend un dépoussiéreur à manches et un dévésiculeur. Le dépoussiéreur capte les poussières sèches (même celles de 0,1 µ m) avec une efficacité de 99+ p. 100. Le dévésiculeur sert à capter les gouttelettes; le taux de captage des gouttelettes de plus de 3 µ m est généralement de 100 p. 100 et se situe entre 95 et 99+ p. 100 (13) pour les gouttelettes de moins de 3 µ m.
- Dépoussiérage électrique - qui peut être utilisé pour capter des particules aussi petites que 0,1 µ m avec un taux d'épuration de 95 à 99+ p. 100 (13). L'air à épurer traverse une grille ionisante où les poussières et les gouttelettes sont chargées positivement, puis elles sont attirées sur des plaques collectrices. Les gouttelettes d'huile s'écoulant librement s'agglomèrent sur ces plaques et tombent dans un récipient collecteur; les poussières adhèrent aux plaques et sont délogées périodiquement par lavage ou frappage.

L'*adsorption* permet d'éliminer les polluants de l'air évacué par adsorption sélective sur des solides, par exemple, du charbon actif pour l'épuration des solvants organiques dans l'air rejeté dans l'atmosphère. Si l'équipement d'adsorption a les dimensions voulues et qu'il est utilisé adéquatement, il est possible de réduire la teneur en polluant de l'air épuré à moins de 1 ppm.

Le *dépoussiérage par voie humide (lavage)* utilise un liquide (eau, solution aqueuse ou suspension de produits chimiques) pour débarrasser un effluent gazeux des polluants. Inconvénient: les polluants sont recueillis dans un liquide, ce qui entraîne un problème de pollution de l'eau. Cependant, là où les installations d'épuration des eaux

résiduaires sont à même d'absorber les eaux des laveurs, ou lorsque les polluants peuvent être facilement éliminés de l'eau par filtration, écumage de l'huile, etc., le dépoussiérage par voie humide est une méthode facile à appliquer qui permet d'éliminer la totalité ou une partie des vapeurs organiques et des brouillards d'huiles ou d'acides des émissions.

2.5.3 Élimination des déchets solides. - Parmi les résidus solides de l'industrie textile se trouvent des fibres tamisées ou décantées; des chutes de tissu; des boues d'épuration et des résidus de latex. Les déchets qui ne sont pas considérés dangereux (par ex., les fibres tamisées ou décantées et les chutes de tissu) et qui ne requièrent donc aucun traitement, peuvent être éliminés dans les décharges municipales. Ceux qui peuvent présenter un danger (par ex., les boues d'épuration et les résidus de latex) doivent être traités et éliminés au moyen de techniques spéciales. Les boues sont généralement déshydratées avant leur élimination. Il existe diverses techniques pour la déshydratation des boues, notamment:

- lits d'assèchement des boues sur sable, en plein air;
- étangs de séchage dont on retire périodiquement les boues séchées;
- filtration sous vide permettant de déshydrater les boues sous un vide appliqué à un milieu filtrant poreux;
- centrifugation: la boue que l'on doit déshydrater pénètre dans le bol de la centrifugeuse par l'intermédiaire d'une tuyauterie d'alimentation fixe. Les produits solides se sédimentent par action des forces centrifuges sur la surface périphérique du bol;
- filtration sous pression au moyen d'un filtre-presse à plaques.

L'élimination finale des boues se fait par irrigation-pulvérisation, mise en décharge ou incinération; les résidus de latex sont mis au rebut dans des décharges (après détoxication ou fixation des constituants toxiques) ou incinérés. Il est à noter que la méthode à retenir pour l'élimination des déchets qui peuvent présenter un risque doit tenir compte des conditions du milieu et des coûts inhérents. Pour les usines ne produisant normalement qu'une petite quantité de déchets solides dangereux, ce qui est le cas pour la plupart des usines textiles, on fait le plus souvent appel à une entreprise spécialisée dans l'élimination de déchets dangereux qui voit à les traiter dans une installation extérieure et à les éliminer.

3 ÉTUDES D'ENVIRONNEMENT CANADA

3.1 Étude de 1973-74

Environnement Canada a commencé à élaborer des règlements et des directives sur les effluents liquides d'usines textiles pratiquant le traitement au mouillé dans les années 1970. L'étude de 1973-74 visait à réunir l'information nécessaire pour l'élaboration des règlements. Cette enquête portait sur les procédés industriels, la consommation d'eau, les teneurs en polluants des effluents et sur les pratiques existantes de traitement des déchets. Les données ont été obtenues au moyen d'un questionnaire distribué à des compagnies désignées par l'Institut canadien des textiles. Environ 60 p. 100 d'entre elles ont alors répondu au questionnaire. À l'époque (1973-74), on avait dénombré environ 780 usines textiles, dont près de 94 p. 100 étaient installées au Québec et en Ontario.

Parmi les compagnies qui avaient répondu au questionnaire, 118 signalaient qu'elles rejetaient des eaux usées; de ce nombre, 67 se trouvaient au Québec, 46 en Ontario, 3 en Colombie-Britannique et 3 en Nouvelle-Écosse. La production annuelle totale de ces 118 usines se chiffrait à environ 3×10^8 kg de textiles. Dix pour cent des plus grandes usines assuraient à elles seules 45 p. 100 de la production.

Bien que les données obtenues à l'aide de cette étude datent un peu, nous en avons toutefois résumé certaines qui peuvent servir de références (19).

3.1.1 Consommation d'eau. - Les données relatives à la consommation d'eau sont résumées à la figure 2, et la consommation d'eau (en litres/1000 kg de produit) pour différents procédés au mouillé s'établit comme suit:

- Ennoblissement de la laine: jusqu'à 530 000;
- Ennoblissement de tissu chaîne et trame: jusqu'à 440 000;
- Ennoblissement de tricot: jusqu'à 370 000;
- Ennoblissement de tapis: jusqu'à 210 000;
- Filés, fils et fibres: jusqu'à 170 000;
- Teinture à façon: jusqu'à 370 000.

3.1.2 Rejet des effluents. - Sur les 114 usines surveillées, 94 rejetaient leur effluent dans un égout municipal. De ce nombre:

- 45 usines ne possédaient aucune installation d'épuration et évacuaient des eaux usées brutes;
- 11 usines pratiquaient une épuration primaire seulement;
- 38 usines pratiquaient une épuration secondaire.

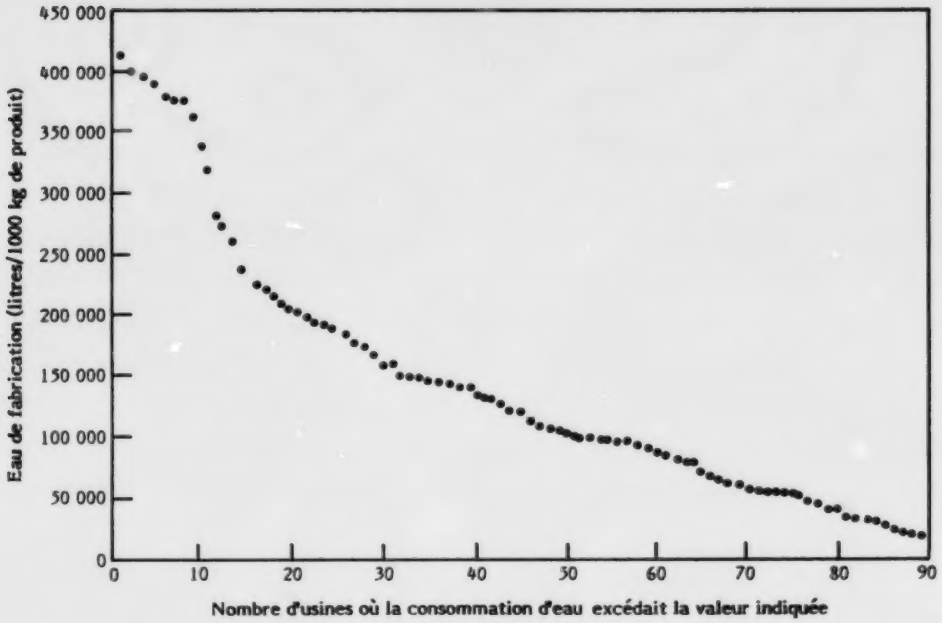


FIGURE 2 CONSOMMATION D'EAU DANS L'INDUSTRIE TEXTILE (Étude 1973-74)

Dans les 20 autres usines:

- 17 usines évacuaient leur effluent, sans aucun traitement, dans une masse d'eau naturelle;
- 3 usines pratiquaient certaines formes de traitement (neutralisation, précipitation chimique et aération prolongée) avant de rejeter leur effluent dans une masse d'eau naturelle.

3.1.3 Teneurs en polluants. - Près de la moitié des questionnaires retournés renfermaient des données sur les teneurs en polluants des eaux usées. Les figures 3 à 5 montrent les charges en DBO, DCO et MST (en kg/1000 kg de produit). L'abcisse représente le nombre d'usines qui dépassent la valeur apparaîssant à l'ordonnée correspondante. Plusieurs usines ont fourni des résultats d'analyse pour les phénols et certains métaux.

- une usine de traitement (blanchiment et teinture) de fils déversait quotidiennement 450×10^3 l d'eaux usées que renfermaient 0,053 mg/l de phénols, 0,2 mg/l de chrome (Cr), 0,5 mg/l de cuivre (Cu) et 0,4 mg/l de zinc (Zn);
- une usine produisant des fils déversait 550×10^3 l/j d'eau de fabrication renfermant 0,2 mg/l de chrome (Cr), 0,5 mg/l de cuivre (Cu) et 0,3 mg/l de zinc (Zn).
- une usine d'apprêt de tissu chaîne et trame déversait 2340×10^3 l/j d'eau de fabrication renfermant 0,025 mg/l de Cr, 0,23 mg/l de Cu et 0,46 mg/l de Zn.

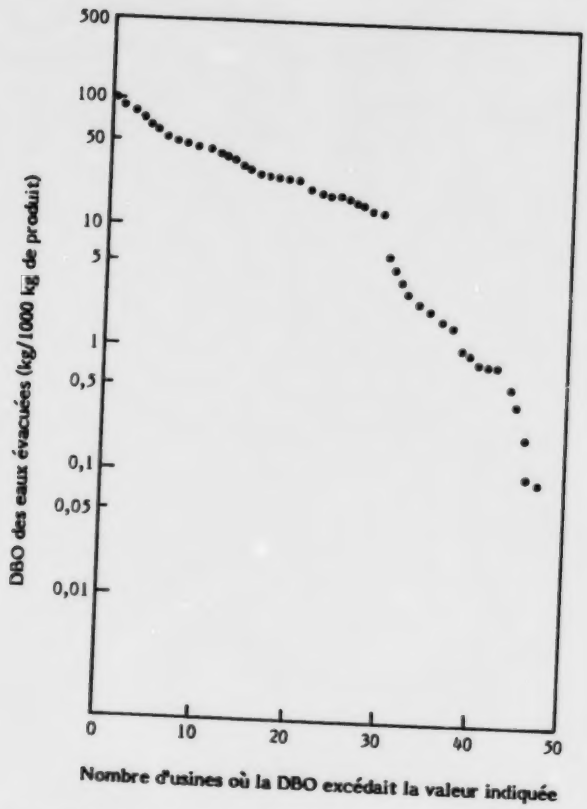


FIGURE 3 CHARGE EN DBO DES EAUX ÉVACUÉES PAR L'INDUSTRIE TEXTILE (Étude 1973-74)

- une usine produisant des fibres (lavage, filage et préparation de la fibre) déversait $0,58 \times 10^6$ l/j d'eau de fabrication renfermant 40 mg/l de phénols.

3.1.4 Données relatives à certaines usines. - Le tableau 16 présente les données obtenues dans le cadre de cette étude pour quelques usines sélectionnées qui ont fait l'objet d'une étude détaillée en 1981-82 et(ou) 1985-86. Elles sont présentées au tableau 16.

3.2 Étude de 1981-82

L'étude de 1981-82 comprenait deux parties: étude des usines textiles avec traitement au mouillé et recherche des produits toxiques présents dans les effluents d'usines textiles.

La première partie de l'étude a été effectuée sous contrat par IEC International Environmental Consultants Limited (3); elle donnait une vue d'ensemble de

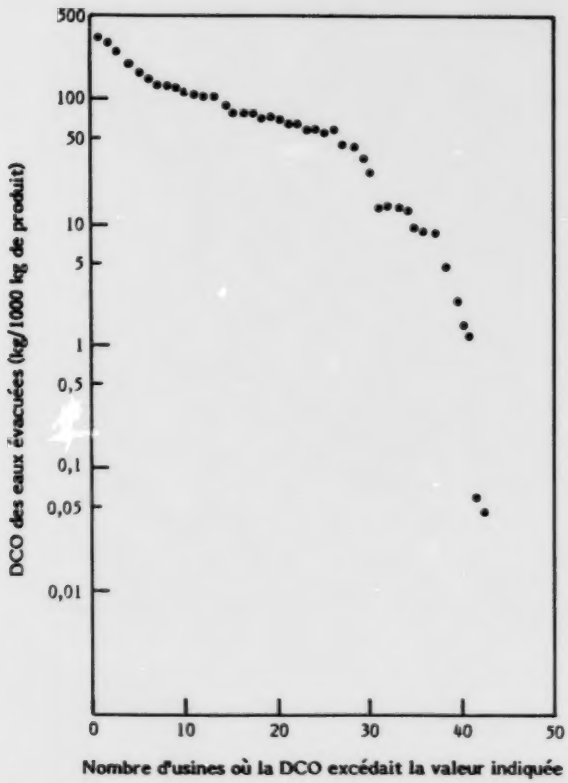


FIGURE 4 CHARGE EN DCO DES EAUX ÉVACUÉES PAR L'INDUSTRIE TEXTILE (Étude 1973-74)

l'industrie canadienne du textile et examinait en détail six usines. L'étude détaillée conduite dans six usines comprenait un inventaire des produits chimiques employés, une revue des techniques d'épuration des eaux usées et l'analyse d'échantillons d'eaux usées pour les paramètres suivants: pH, DBO, DCO, MST, substances actives au bleu de méthylène (SABM, indicateurs de la présence de surfactifs anioniques), surfactifs non ioniques, toxicité pour le poisson et couleur. L'étude comprenait une revue de la documentation et des visites dans les usines sélectionnées.

La recherche des produits toxiques a en grande partie été effectuée par les Laboratoires de la région de l'Atlantique d'Environnement Canada, avec la collaboration de deux autres laboratoires analytiques (laboratoire du CTEU (Centre technique des eaux usées) et laboratoires KER). Vingt échantillons d'effluents provenant de six usines textiles sélectionnées (les mêmes que celles choisies pour l'étude des usines textiles pratiquant le traitement au mouillé) ont été analysés pour un certain nombre de polluants organiques

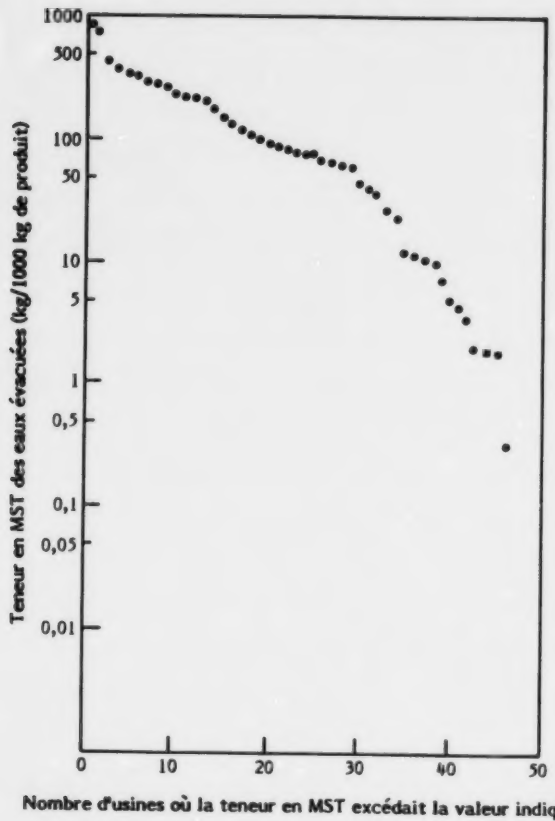


FIGURE 5 TENEUR EN MST DES EAUX ÉVACUÉES PAR L'INDUSTRIE TEXTILE (Étude 1973-74)

jugés d'intérêt prioritaire par l'EPA. Il s'agissait des polluants que l'on peut normalement retrouver dans les effluents d'usines textiles, à savoir les phénols, les chlorophénols, les nitrophénols, les chlorobenzènes, les éthers chlorés, les chlorodiènes, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les phtalates. La méthode analytique utilisée a été élaborée à partir d'un protocole d'analyse développé antérieurement (4).

On a dénombré près de 150 usines qui effectuent ou peuvent être appelées à effectuer des traitements au mouillé. La plupart de ces usines se trouvaient au Québec et en Ontario. Deux tiers d'entre elles pouvaient être classées en quatre catégories industrielles: teinture et ennoblissement de tissu chaîne et trame; teinture et ennoblissement de tricot; teinture à façon; ennoblissement de tapis. Les principales opérations unitaires étaient la teinture sur tissu dans des cuves sous pression atmosphérique contrôlée manuellement ou dans des bacs (cuves ouvertes) à tourniquet ou sur des

TABLEAU 16 DONNÉES RELATIVES À DES USINES SÉLECTIONNÉES (Étude 1973-74)

Usine	Opérations unitaires	Consommation d'eau (litres/1000 kg de produit)	Évacuation des eaux usées	Charge en polluants			
				DBO	MST	Huiles et graisses	DCO
Usine A Teinture et ennoblissement de tissu chaîne et trame	Désencollage, tissage, mercerisage, débouillissage, blanchiment, teinture, impression, apprêt	196×10^3	Dans un cours d'eau, sans épuration; les rejets étaient constitués de 18×10^6 l d'eau de fabrication et $3{,}6 \times 10^6$ l d'eau de refroidissement, par jour	10×10^3 kg/j (99 kg/1000 kg de produit)	$4{,}3 \times 10^3$ kg/j (23 kg/1000 kg de produit)	910 kg/j (4,4 kg/1000 kg de produit)	
Usine B Teinture et ennoblissement de tissu chaîne et trame	Désencollage, tissage, mercerisage, débouillissage, blanchiment, teinture et apprêt	197×10^3	Dans un cours d'eau, après épuration biologique (étang pour aération prolongée). Débit de $9{,}5 \times 10^6$ l/j	3300 kg/j* 780 kg/j**	1345 kg/j* 99 kg/j**		6600 kg/j* 5700 kg/j**
Usine C Teinture et ennoblissement de tissu chaîne et trame et de tricot	Tricotage, tissage, débouillissage, foulage, blanchiment, teinture, impression et apprêt	390×10^3	Dans un cours d'eau, après traitement (précipitation chimique, contrôle du pH et aération). Débit de 3×10^6 l/j	6,3 kg/j** (8,1 kg/1000 kg de produit)	26 kg/j**		
Usine D Ennoblissement de tapis	Fabrication du tuft, teinture, impression et apprêt	83×10^3	À l'égout municipal après élimination des matières solides. $2{,}2 \times 10^6$ l/j d'eau de fabrication et $0{,}9 \times 10^6$ l/j d'eau de refroidissement	1175 kg/j (19 kg/1000 kg de produit)	102 kg/j (40 kg/1000 kg de produit)		3680 kg/j (62 kg/1000 kg de produit)

* Avant épuration.
** Après épuration.

machines en continu; la teinture du fil sur bobines, dans des autoclaves; le lavage ou débouillissage dans des cuves ou des barques et le foulardage ou le calandrage.

Les six usines choisies pour les études détaillées étaient représentatives des opérations de traitement au mouillé faites au Canada dans les secteurs du tissage, du tricotage ainsi que de l'ennoblissement de la laine et des tapis.

3.2.1 Données sur les usines prises individuellement

Usine A. - Il s'agit d'une usine totalement intégrée, produisant des tissus chaîne et trame de coton, de polyester et mixtes. En plus de la production de tissu en vrac (velours côtelé, denim, pièces imprimées ou non, blanches ou écrues) l'usine fabrique également des articles finis. On effectue dans cette usine les opérations suivantes: filature, tissage, désencollage enzymatique, mercerisage, débouillissage, blanchiment, teinture, impression au cadre ou au rouleau, et apprêt.

La consommation d'eau était d'environ 170×10^3 l/1000 kg de produit. Parmi les produits chimiques employés en grandes quantités, mentionnons des colorants au naphtol, pigmentaires, au soufre, directs, réactifs, de cuve, solubles et insolubles; l'acide acétique; des surfactifs; l'eau oxygénée; des véhiculeurs de colorants; le sel; l'hydrosulfite de sodium; la soude caustique; des amidons; diverses résines et divers autres produits d'apprêt.

L'épuration des eaux usées à cette usine consistait en un fin dégrillage et une épuration biologique (boues activées, séjour de 20 heures), suivis de la clarification. L'effluent est évacué dans un cours d'eau. Lors de l'étude conduite en 1973-74, cette usine ne possédait pas encore d'installation d'épuration des eaux usées.

À l'exception des MST et de la couleur, l'épuration aux boues activées avec aération prolongée a entraîné une réduction allant de 50 à 98 p. 100 pour tous les paramètres étudiés et l'effluent rejeté n'était pas toxique (voir tableau 17).

Usine B. - Usine d'ennoblissement de tissu chaîne et trame qui produit des tissus de coton, de polyester ou mixtes. Les opérations qu'on y effectue sont le désencollage, le débouillissage caustique, le blanchiment à l'eau oxygénée, le mercerisage, la teinture en continu, sur roulard (jigger) ou foulard (pad) et l'apprêtage.

La consommation d'eau à l'époque de l'étude était d'environ 330 x 10^3l/1000 kg de produit. On utilisait, entre autres, les produits chimiques suivants: soude caustique; eau oxygénée; acides acétique et sulfurique; surfactifs; colorants acides, réactifs, de cuve, au soufre et au naphtol; hydrosulfite de sodium et diverses résines pour l'apprêt.

L'épuration des eaux usées consistait en un dégrillage et une épuration secondaire dans un étang aéré mécaniquement (temps de séjour - TS : 5 jours) et évacuation de l'effluent dans un cours d'eau. Il n'y avait ni traitement primaire ni clarification secondaire.

Les pourcentages d'élimination (tableau 17) ne reflètent probablement pas la situation réelle, car le séjour dans l'étang ne permet pas une comparaison objective des valeurs.

Usine C. - Cette usine fabriquait et apprêtait des étoffes tricotées et tissées de polyester, laine et coton (les tricots représentaient deux tiers de la production annuelle). L'usine employait, entre autres, les procédés suivants: débouillissage, foulage, mercerisage, blanchiment, teinture, impression, brossage, rasage, grattage, assouplissement, hydrofugation, ignifugation et pressage permanent. La teinture aussi bien des fils que des tissus se faisait à l'usine. Celle-ci a été fermée en 1984.

La consommation d'eau atteignait environ 390 x 10^3 l/1000 kg de produit. L'usine employait notamment de l'acide sulfurique et de l'acide acétique pour ajuster le pH des bains de teinture; du chlorure de sodium pour l'unisson de la couleur; des détergents pour le débouillissage; des surfactifs en teinture; des colorants réactifs et plastosolubles; des véhiculeurs de colorants plastosolubles et divers apprêts.

L'épuration des eaux usées comprenait la régularisation du débit (TS: 1/2 jour), la coagulation chimique (ajout de chaux, de sulfate ferrique et de polymère), clarification

(TS: 1/2 jour), régularisation dans un étang aéré mécaniquement (TS: 1 jour), et clarification finale dans un bassin de décantation (TS: 1/2 jour). L'effluent était évacué dans un cours d'eau par un déversoir à échancrure en V. Les boues provenant de la coagulation chimique étaient pompées dans des réservoirs de déshydratation et sur des lits de séchage.

Les données analytiques (tableau 17) montrent que l'absorption de la lumière se trouvait fortement réduite après l'épuration primaire par ajout de chaux, de sulfate ferrique et d'un polymère pour la coagulation, suivie de décantation. L'épuration primaire produisait de plus un effluent non toxique. Des réductions supérieures à 50 p. 100 ont été atteintes dans le cas des surfactifs non ioniques, des surfactifs anioniques (dosés par les SABM) et de la DBO. Le rendement global dépassait 75 p. 100 pour tous les paramètres, à l'exception des MST, ce qui prouve un bon fonctionnement du système d'épuration.

Usine D. - Usine d'ennoblissement de tapis de nylon et de nylon/polyester. Les opérations suivantes y sont effectuées: fabrication du tuft, teinture en bac à tourniquet et en continu, impression au cadre rotatif et au cadre plat.

Les produits chimiques utilisés en grandes quantités sont notamment les colorants acides, métallifères et plastosolubles; des surfactifs; les acides acétique et sulfurique; des véhiculeurs de colorants plastosolubles; des épaississants (gommes) et le latex. La consommation d'eau est d'environ 115 000 l par 1000 kg de produit.

Dans cette usine, les eaux usées sont épurées dans trois systèmes. Celles provenant de l'apprêtage de l'envers du tapis (faible volume d'eaux peu polluées) passent dans une série de réservoirs où le latex est récupéré par décantation. Le volume d'effluent évacué est négligeable. L'effluent de l'impression au cadre rotatif traverse des tamis grossiers, passe dans un réservoir de décantation, et il est rejeté dans les égouts de la municipalité. Les eaux résiduaires de l'impression au cadre plat, des bacs à tourniquet sous pression atmosphérique contrôlée manuellement et de la teinture en continu s'écoulent dans un petit réservoir de décantation, puis sont pompées à travers un crible hydraulique (Hydrasieve) avant d'être rejetées dans le réseau d'égouts municipal.

Usine E. - Usine intégrée d'ennoblissement et de fabrication de tapis de nylon, de polyester et mixtes (les tapis de nylon comptent pour deux tiers de la production). Les opérations qu'on y effectue sont le mélange, le cardage, le filage/retordage des fibres, la fabrication du tuft, la teinture et l'impression.

Les produits chimiques utilisés en quantités significatives sont: colorants acides et plastosolubles; acide acétique pour l'ajustement du pH dans les bacs; sel de

TABLEAU 17 RÉSULTATS DES ANALYSES POUR LES SIX USINES RETENUES (Étude 1981-82)

Usine	pH (unités)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	SABM (mg/l)	Surfactifs non ioniques: Alcool à molécule linéaire (mg/l)	Surfactifs non ioniques: Éthoxynonyl phénol (mg/l)	Toxicité pour le poisson (TL_{50} - 96 h) (%)	Couleur (absorption)
Usine A									
Eaux brutes	4,8	1030	1860	75	2,3	1000	350	45 ± 3	0,06
Effluent terminal	9,1	190	330	80	0,9	330	170	100	0,02
Réduction (%)	-	81	81	-	61	67	51	-	67
Usine B									
Eaux brutes	12,2	730	1970	280	3,9	1150	280	46 ± 3	0,09
Effluent terminal	11,7	310	1100	320	1,7	1400	400	80 ± 16	0,08
Réduction (%)	-	58	44	-	56	-	-	-	11
Usine C*									
Eaux brutes	9,2	36	210	22	2,7	190	130	25	0,6
Effluent primaire	11,95	12	135	19	1,0	60	70	100	0,03
Réduction (%) après épuration primaire	-	67	36	14	63	68	53	-	95
Effluent de l'étang d'aération	11,15	4	52	11	0,6	10	20	100	0,02
Réduction après séjour en étang (%)	-	67	62	42	40	83	71	-	33
Réduction globale (%)	-	89	75	50	78	95	87	-	97
Usine D									
Effluent de la teinture en continu, de la teinture en bacs et de l'impression au cadre plat (après décantation et dégrillage)	7,5	205	1290	39	2,9	1030	260	6,9 ± 1,0	0,2
Effluent de l'impression au cadre rotatif (après décantation et dégrillage)	8,1	72	630	16	1,4	310	170	8,3 ± 1,3	0,1
Usine E									
Effluent de l'atelier de teinture (après dégrillage)	6,9	340	1250	4	16,5	110	270	8,8 ± 0,4	0,2
Effluent de l'apprêtage de l'envers (après décantation)	7,1	70	2185	270	1,3	Pas déterminé	Pas déterminé	60 ± 15	2,1
Usine F									
Eaux brutes	6,9	470	1490	46	3	1670	350	2,8 ± 0,4	0,365
Effluent (après dégrillage et régularisation)	7,5	310	993	62	2,7	980	230	14 ± 4,0	0,239
Réduction (%)	-	34	33	-	10	41	34	-	34

* Eaux brutes prélevées du bassin de régularisation après un séjour d'un demi-jour. Effluent primaire prélevé après ajout de chaux, de sulfate ferrique et d'un polymère, et après décantation. Bio-essai fait après ajustement du pH dans l'intervalle de 6 à 9, si nécessaire.

Glauber pour l'unisson de la teinture aux colorants acides; véhiculeurs de colorants plastosolubles; surfactifs et agents de mouillage pour la teinture. La consommation d'eau est d'environ 108 000 l/1000 kg de produit.

Cette usine comporte deux circuits d'eaux usées; le principal effluent provient du secteur de la teinture; un effluent de plus faible volume, à débit intermittent, provient de la zone de fabrication du renfort; il s'écoule dans un puits de décantation où les solides se déposent; le trop-plein est envoyé à l'égout séparatif. Les boues sont transportées jusqu'à une décharge de déchets industriels approuvée. Les eaux résiduaires de la teinture en continu et en bacs à tourniquet sont recueillies dans un réservoir de retenue enterré puis sont pompées à travers un échangeur thermique pour préchauffer l'eau d'alimentation

des chaudières; elles passent ensuite dans un dégrilleur vibrant où les solides sont séparés; l'effluent est évacué dans l'égout séparatif municipal.

Usine F. - Usine intégrée qui fabrique et apprête des étoffes de laine et de laine mélangée à d'autres fibres. Les principales fibres utilisées sont la laine et le polyester. Les principales opérations sont le débouillissage léger, l'encollage, la filature, le foulage, le carbonisage, le blanchiment, la teinture en bourre, sur fil et sur tissu, et l'apprêt.

Les produits chimiques utilisés en quantités considérables sont l'acide acétique pour l'ajustement du pH des bains de teinture; des colorants plastosolubles pour la teinture des polyesters et des véhiculeurs pour ces colorants; des colorants acides et métallifères pour la teinture de la laine; le sel de Glauber pour l'unisson de la teinture aux colorants acides; l'eau oxygénée pour le blanchiment; des détergents pour le débouillissage; l'ammoniaque comme agent auxiliaire du débouillissage; des huiles lubrifiantes dans les ateliers de filature et l'acide sulfurique pour le carbonisage. La consommation d'eau est d'environ 250 000 l/1000 kg de produit.

L'épuration des eaux usées consiste en un fin dégrillage sur tamis vibrant (Hydrasieve) et la régularisation du débit. Le temps de séjour dans les réservoirs d'équilibre est d'environ un jour; l'effluent est envoyé à la station d'épuration municipale.

L'épuration primaire de base a permis d'obtenir une réduction de 30 p. 100 de la DBO et de la DCO, et de 30 à 40 p. 100 de l'absorption de la lumière; elle réduit aussi de 80 p. 100 la toxicité pour le poisson. Le tableau 17 présente un résumé des résultats analytiques pour toutes les usines étudiées.

3.2.2 Inventaire des produits chimiques. - On a dressé un inventaire des produits chimiques que l'on retrouve généralement dans les usines textiles qui pratiquent le traitement au mouillé.

Plus de 400 produits chimiques consommés en quantités supérieures à 2000 kg/an ont été identifiés. Ils ont été répartis en 18 classes au tableau 18, qui indique également le nombre de produits identifiés dans chaque classe, ainsi que la consommation annuelle approximative dans les six usines étudiées.

3.3 Étude de 1985-86

L'étude de 1985-86 a été effectuée pour mettre à jour la base de données existante. Nous avons pour cela surveillé de près les opérations de dix usines textiles choisies et procédé à l'échantillonnage des effluents dans six des usines retenues afin

TABLEAU 18 RÉSUMÉ DE L'INVENTAIRE DES PRODUITS UTILISÉS DANS LES SIX USINES ÉTUDIÉES, PAR CLASSE DE PRODUITS (Étude 1981-82)

Classification	Quantité approx. (kg/an)	Nombre de produits identifiés pour cette classe
1. Colorants de cuve	168 000	24
2. Colorants au soufre	583 000	19
3. Colorants au naphtol	71 000	15
4. Colorants de base	2 000	1
5. Produits d'apprêt	4 100 000	87
6. Acides/alcalis	6 260 000	12
7. Détergents/savons/produits auxiliaires	250 000	14
8. Auxiliaires de teinture	4 200 000	91
9. Agents de blanchiment et adjuvants	250 000	3
10. Colorants plastosolubles	208 000	38
11. Huiles lubrifiantes	60 000	11
12. Divers	140 000	12
13. Véhiculeurs de colorants	370 000	6
14. Agents assouplissants	145 000	15
15. Colorants réactifs	23 000	10
16. Colorants directs	3 000	2
17. Colorants acides et prémétallisés	38 000	20
18. Colorants pigmentaires	180 000	28

d'analyser divers paramètres (par ex., polluants conventionnels, métaux, polluants organiques d'intérêt prioritaire listés par l'EPA et toxicité de l'effluent pour le poisson) (l'annexe B présente les méthodes détaillées d'échantillonnage et d'analyse). On a procédé à cette mise à jour en visitant les usines désignées et en complétant un questionnaire avec l'aide d'un représentant de l'usine. L'échantillonnage et l'analyse des effluents faisaient l'objet d'une étude distincte sur les surfactifs non ioniques confiée à Beak Consultants Limited, sous contrat avec Environnement Canada. L'industrie textile est le plus gros consommateur de surfactifs non ioniques et l'étude visait à évaluer le devenir et les effets de ces produits sur le milieu aquatique. À cet effet, des échantillons d'effluent ont été prélevés dans cinq des usines retenues (20).

Même s'il y a eu beaucoup de fermetures d'usines depuis 1982, certaines des statistiques générales relatives à cette industrie demeurent à peu près les mêmes. Par exemple, 55 p. 100 des usines sont situées au Québec, 40 p. 100 en Ontario et 45 p. 100 de la production sont encore assurés par 10 p. 100 seulement des plus grandes usines. Environ 20 p. 100 des usines emploient les procédés au mouillé, dont près de la moitié appartiennent aux sous-catégories teinture et ennoblissement de tissu chaîne et trame et de tricot. Plus de 80 p. 100 des usines pratiquant le traitement au mouillé rejettent leur effluent dans un égout municipal, et environ 50 p. 100 de celles qui l'évacuent directement dans une masse d'eau naturelle possèdent des installations d'épuration des eaux usées. Un fait important ressort de cette étude: la consommation d'eau et de produits chimiques par unité de production ainsi que les teneurs en polluants des effluents ont généralement diminué par rapport aux valeurs obtenues lors des études précédentes.

Les questionnaires utilisés pour cette étude comprenaient des sections sur les émissions et sur les déchets solides (voir annexe D). Malheureusement, très peu d'information a été obtenue sur ces types de déchets. La plupart des usines où nous avons conduit notre enquête (7 sur 10) ont indiqué qu'elles étaient des sources d'émissions de particules, principalement de poussières de fibres et de fibres courtes, et que des filtres à manches, des filtres à aspiration ou encore des cyclones étaient employés pour réduire les émissions. Quatre usines faisaient état d'émissions de vapeurs de solvants; une d'entre elles seulement, une usine d'ennoblissement de tapis, était équipée de laveurs pour leur dépollution. Deux usines libéraient des brouillards d'huiles; l'une, une usine de teinture à façon, employait des laveurs; des émissions d'ammoniac et de vapeurs d'hypochlorite/hydrosulfite de sodium sont signalées à l'occasion.

Neuf des dix usines à l'étude produisaient des déchets solides, principalement des fibres provenant du dégrillage/tamisage ou de la décantation des eaux résiduaires, et des déchets de tissu. Les fibres étaient envoyées dans des décharges; les tissus, vendus ou donnés, ou encore éliminés dans des décharges. La moitié des usines surveillées disposaient d'un système d'épuration des eaux usées; deux employaient des procédés biologiques; deux procédaient à la régularisation du débit, et une à la décantation. L'une des usines qui procédaient à l'épuration biologique produisait hebdomadairement environ 10 m^3 de boues (teneur en solides de l'ordre de 0,8 p. 100) qui, à l'époque, étaient rejetées dans un cours d'eau; toutefois, des arrangements ont été pris pour que les boues soient dorénavant évacuées vers la station d'épuration de la municipalité. L'autre système d'épuration biologique, un étang aéré mécaniquement (TS: 5 jours) n'a pas jusqu'ici produit de boues. L'usine procédant à la décantation produisait 27 m^3 de boues par mois qui

étaient évacuées dans une décharge. Dans les deux usines avec réservoirs d'équilibre, la production de boues était négligeable (les réservoirs étaient nettoyés qu'une fois par année ou tous les deux ans), et les boues étaient aussi évacuées dans une décharge. Les autres déchets dont il est fait mention dans le questionnaire sont des huiles résiduelles d'écrémage provenant d'un atelier de teinture à façon; des résidus de latex dans une usine d'ennoblissement de tapis; de la mousse résiduelle de poly(alcool vinylique) dans une usine de tricot. Les huiles écrémées étaient détruites par incinération alors que les résidus de latex et la mousse résiduelle de PVA étaient éliminés dans une décharge.

3.3.1 Données sur les eaux usées des usines

Usine A. - Usine de teinture et d'ennoblissement de tissu chaîne et trame utilisant les procédés au mouillé décrits précédemment. À noter cependant que la production a diminué d'environ 25 p. 100 par rapport à ce qu'elle était en 1982.

Les produits chimiques utilisés sont semblables à ceux que l'on retrouvait lors de l'étude de 1980-81, c'est-à-dire colorants plastosolubles, réactifs, de développement, au soufre et de cuve; soude caustique; eau oxygénée; acides acétique et sulfurique; surfactifs; sels; amidons; résines et divers produits chimiques d'apprêt.

La consommation d'eau est d'environ $9,9 \times 10^6$ l/j; le débit moyen de l'effluent est de $9,2 \times 10^6$ l/j. L'épuration des eaux usées, comme on l'a décrit précédemment, consiste en un dégrillage, un ajustement du pH et un séjour de 20 heures dans un bassin aéré à boues activées suivi de la clarification. L'effluent est rejeté dans un cours d'eau. On a procédé à l'échantillonnage des eaux brutes et du trop-plein du clarificateur. On a également prélevé deux échantillons de boues du circuit de recirculation, mais ils n'ont fourni aucun résultat analytique valable en raison de leur forte teneur en solides dilués. À noter qu'avant l'échantillonnage, le système d'ajustement du pH de l'effluent fonctionnait mal avec, comme conséquence, une chute du pH à environ 3,5 (alors qu'il doit être normalement d'environ 8), d'où une diminution importante de l'activité biologique dans le bassin d'aération.

Les valeurs de DBO et de DCO (voir tableau C-7, annexe C) montrent que l'activité biologique dans le bassin d'aération avait effectivement cessé. La comparaison des concentrations des boues du circuit de recirculation, les premier et dernier jours de l'échantillonnage, montre qu'il y avait perte continuelle de biomasse par le système, et ce sans utilisation de DBO pour réalimenter cette biomasse. Les métaux sont en teneurs plus élevées dans l'effluent que dans les eaux brutes probablement en raison du transfert de biomasse. À noter cependant que les teneurs en métaux de l'effluent étaient faibles, sauf pour le fer. Dans ce cas, la valeur élevée est due au coagulant. Les teneurs en mercure et

TABLEAU 19 QUALITÉ DE L'EFFLUENT LORS D'OPÉRATIONS NORMALES (D'après les réponses au questionnaire)

Parmamètre*	Usine A	Usine B	Usine D	Usine E	Usine F	Usine H	Usine I	Usine J
DBO	50	30 à 50	158 à 203	72 à 105	130 à 350	80 à 150	200 à 450	300
DCO	600	400 à 500	391 à 1419	630 à 1290	995	50 à 90		800
MST	20 à 60	150 à 250	36 à 1810	16 à 39	62		10 à 95	20
pH (unités)	8 à 9	9 à 11	6,5	7,5 à 8,1	7,5	7,5 à 10	7 à 8	6,5 à 8,0
Huiles et graisses	8 à 12	24						50 à 60
Azote organique	15							
Phosphore (sous forme de P)	0,3					2,2		
Phosphore (sous forme de PO_4)		3,5						
N-NH_3		1,5						
Cd						< 0,01		
Cr						< 0,01		
Cu						0,3		
Ni						< 0,01		
Zn						0,3		
Phénols (µ g/l)							30 à 40	

* Teneur mesurée en mg/l, sauf indication contraire.

en arsenic étaient environ dix fois plus élevées que les limites de détection correspondantes. Le mercure peut provenir des caustiques utilisés dans l'usine (à condition qu'ils aient été produits au moyen d'électrolyseurs à mercure). Aucune source évidente d'arsenic peut expliquer la présence de ce corps.

Il est manifeste qu'en dépit d'une biomasse non viable, il se produit toujours une élimination significative des matières organiques volatiles. On suppose que cela se fait par extraction à l'air. Ni les eaux brutes, ni l'effluent ne renfermaient de composés de la fraction acide autres que les phénols dont la teneur allait de traces à 30 µ g/l. Les eaux brutes et traitées ne renfermaient que quatre composés organiques extractibles basiques/neutres, à des teneurs que l'on s'attendrait à retrouver en l'absence d'activité biologique.

Le tableau 19 présente certaines données obtenues grâce aux réponses au questionnaire.

Usine B. - Usine de teinture et d'ennoblissement de tissu chaîne et trame, qui utilise les procédés au mouillé suivants: désencollage, débouillissage caustique, blanchiment au peroxyde, mercerisage, teinture en continu, sur roulard (jigger) et sur foulard (pad), impression au cadre et apprêtage.

L'usine utilisait, entre autres, les produits chimiques suivants: soude caustique; eau oxygénée; acides acétique et sulfurique; surfactifs; détergents; colorants plastosolubles, au soufre, de cuve, réactifs et à l'indigosol; sels, diverses résines et divers produits chimiques d'apprêt.

La consommation d'eau atteint 9×10^6 l/j; le débit de l'effluent est d'environ $8,2 \times 10^6$ l/j. L'épuration des eaux usées consiste en un tamisage et une épuration secondaire dans un étang aéré mécaniquement (TS: 5 jours); l'effluent est évacué dans un cours d'eau. Les échantillons ont été prélevés à l'entrée et à la sortie de l'étang. On a également prélevé deux échantillons de boues près du point d'entrée des eaux dans l'étang et du point de sortie.

Les résultats analytiques pour l'usine B (tableau C-9) révèlent une diminution de près de 80 p. 100 pour la DBO, mais de 30 p. 100 seulement pour la DCO. Les teneurs en MST de l'effluent et des eaux brutes étaient comparables, ce qui n'a rien d'étonnant vu qu'on ne procède pas à la clarification. Les teneurs en métaux sont globalement faibles; pour plusieurs, elles étaient inférieures au seuil de détection.

Le tableau C-10 de l'annexe C indique les polluants organiques d'intérêt prioritaire décelés dans les effluents. Neuf composés organiques volatils ont été dosés dans les eaux brutes et seulement six ont été retrouvés dans l'effluent de l'étang à des teneurs sensiblement moindres. Le taux d'élimination de ces composés organiques semblait dépasser 60 p.100. Les données ne nous permettent pas de dire lequel des mécanismes d'élimination (biodégradation ou strippage à l'air) est intervenu. Étant donné qu'une réduction de 80 p. 100 de la DBO a été obtenue et que plusieurs de ces composés sont dégradables, on croit que ces deux mécanismes entrent en jeu. Des composés de la fraction acide, les phénols et le pentachlorophénol se trouvaient en teneurs inférieures à 15 µg/l. Le p-chloro-m-crésol était plus abondant dans l'effluent (environ 250 µg/l) que dans les eaux d'arrivée (environ 60 µg/l). Seulement trois composés basiques/neutres étaient présents dans celles-ci et deux d'entre eux se retrouvaient dans l'effluent.

Les résultats des analyses effectuées par un bureau régional d'Environnement Canada dans le cadre d'une étude séparée sont consignés au tableau C-12. Après épuration, la DBO avait diminué de 85 p. 100 et la DCO de 40 p. 100; la teneur en huiles et graisses avait aussi baissé de 60 p. 100.

Usine E. - Procédés utilisés à l'usine E: mélange des fibres, cardage, filature, retordage, fabrication de tuft, débouillissage, teinture, impression et apprêt.

Les produits chimiques utilisés en quantités non négligeables comprenaient les colorants acides, cationiques et plastosolubles; des véhiculeurs de colorants; des surfactifs; l'acide acétique; le sel de Glauber; des adoucissants et agents antisalissure au téflon. Consommation d'eau: $2,3 \times 10^6$ l/j.

Les eaux usées de l'usine forment deux effluents distincts. Le principal est constitué des eaux usées provenant de toutes les opérations à l'exception de l'apprêtage de

l'envers du tapis au latex. L'effluent principal est tamisé pour éliminer les fibres et amené par une conduite jusqu'à une fosse à mousse, d'où il est évacué à l'égout municipal. Les eaux usées provenant de l'apprêtage au latex sont traitées par décantation dans une série de réservoirs en béton; le trop-plein de ces réservoirs rejoint l'effluent principal et donc l'égout municipal. On a prélevé des échantillons de ces deux effluents et les résultats analytiques sont présentés à l'annexe C (tableaux C-13 et C-14). Comme on peut le constater, l'effluent de l'apprêtage au latex est nettement plus pollué. Il faut cependant remarquer que son débit est très faible comparativement à celui de l'effluent principal, (environ 2×10^6 l/j).

Usine F. - Procédés utilisés à l'usine F: débouillissage léger, encollage, filature, tissage, blanchiment, carbonisage, teinture en bourre, sur fil et sur tissu, apprêt. Consommation d'eau: 250×10^3 l/1000 kg de produit.

Parmi les produits chimiques utilisés en quantités importantes, on peut citer l'acide acétique pour l'ajustement du pH en teinture; des colorants plastosolubles pour la teinture des polyesters; des véhiculeurs de colorants plastosolubles; des colorants acides et métallifères pour la teinture de la laine; du sel de Glauber pour l'unisson de la teinture aux colorants acides; l'eau oxygénée pour le blanchiment; des détergents pour le débouillissage; l'ammoniac comme produit d'appoint pour le débouillissage; des huiles lubrifiantes pour la filature et de l'acide sulfurique pour le carbonisage.

Le traitement des eaux usées comprend un tamisage fin et la régularisation du débit (TS: 1 jour); les effluents du réservoir d'équilibre se déversent dans l'égout municipal, avec un débit moyen de 1×10^6 l/j. Des échantillons de l'effluent, après dégrillage grossier, et de l'effluent terminal ont été prélevés et analysés.

Les résultats analytiques pour les polluants conventionnels, les métaux et les polluants organiques d'intérêt prioritaire sont donnés aux tableaux C-15 et C-16, (annexe C). Pour les polluants organiques d'intérêt prioritaire, nous n'avons retenu que les composés caractérisés dans au moins deux des circuits d'eaux usées brutes ou des effluents provenant des réservoirs d'équilibre. Les composés les plus significatifs semblaient être les solvants chlorés utilisés habituellement comme solvants de nettoyage ainsi que les dérivés de substitution du benzène, le toluène, les xylènes et l'éthylbenzène. Dans certains cas, on constate une réduction de la teneur après passage des eaux usées brutes dans les réservoirs d'équilibre, sans doute due au phénomène de volatilisation. Des composés de la fraction acide, seuls le phénol et le diméthylphénol ont été décelés en quantités mesurables. Des traces d'autres phénols ont été décelées, mais de façon très fortuite.

Usine G. - Cette usine ne faisait pas partie des études détaillées précédentes. Il s'agit d'une entreprise de teinture et d'apprêt de tissu, et elle comprend deux secteurs distincts: articles de bonneterie et sous-vêtements. Le dernier secteur utilise principalement le polyester/coton, les acryliques, les nylons, la rayonne et la laine. Les colorants employés par les deux secteurs sont semblables, à savoir colorants acides, directs, plastosolubles, réactifs, et de développement. L'usine d'articles de bonneterie emploie également une petite quantité de colorants métallifères.

Les produits chimiques utilisés comprennent les colorants mentionnés ci-dessus; la soude caustique; l'acide acétique; l'eau oxygénée; les sels de sodium; des surfactifs et divers produits chimiques d'apprêt. Consommation d'eau: environ $3,4 \times 10^5$ l/j.

Les eaux usées provenant de la fabrique de sous-vêtements s'écoulent toutes dans un collecteur qui rejoint directement l'égout municipal, à un débit moyen de 180×10^3 l/j. Les eaux usées du secteur articles de bonneterie sont recueillies dans un puits d'égalisation dont le trop-plein s'écoule à un débit moyen de 120×10^3 l/j dans l'égout municipal. Des échantillons des eaux usées des deux secteurs ont été prélevés pour analyse.

Le tableau C-17 (annexe C) présente les résultats analytiques pour les polluants conventionnels et les métaux. Les teneurs en ammoniac, surfactifs non ioniques et phénols totaux étaient plus élevées dans les eaux provenant du secteur articles de bonneterie. Celles-ci renfermaient également des teneurs sensiblement plus élevées en composés organiques volatiles et basiques/neutres. Seul le chloroforme a été décelé dans les eaux usées provenant du secteur sous-vêtements, alors qu'on a détecté cinq composés volatils (tous chlorés) dans celles du secteur articles de bonneterie. Ils semblaient provenir de solvants de nettoyage. Des composés de la fraction acide, le phénol et des traces de nitro-2 phénol étaient les seuls composés présents de façon régulière. Le phénol se retrouvait en teneurs allant jusqu'à 21,5 µg/l dans les eaux usées du secteur sous-vêtements, et en teneurs atteignant 58,6 µg/l dans celles du secteur articles de bonneterie. Le nitro-2 phénol n'a été décelé que dans ces dernières mais se trouvait dans les trois échantillons prélevés. Les deux effluents contenaient des teneurs significatives de deux phtalates, alors que le naphtalène et le dichloro-1,4 benzène n'étaient décelés que dans l'effluent du secteur articles de bonneterie. Bien que les deux secteurs utilisent les mêmes types de colorants, il existe sans contredit des différences significatives entre les procédés, ce qui explique pourquoi on ne retrouve pas exactement les mêmes substances organiques et les mêmes plages de teneur.

Usines D, H, I, J. - Ces usines n'ont pas fait l'objet d'une étude détaillée avec échantillonnage des effluents évacués et dosage des polluants. Cependant, elles faisaient partie de l'enquête, et chacune avait répondu au questionnaire. L'information ainsi obtenue est résumée ci-dessous.

Usine D - Procédés: fabrication du tuft, teinture en bacs et en continu, impression au cadre rotatif et au cadre plat, et apprêt. Produits chimiques utilisés en quantités importantes: colorants acides, cationiques et plastosolubles; surfactifs; véhiculeurs de colorants; latex et produits chimiques d'apprêt. L'épuration des eaux usées consistait en: régularisation du débit, tamisage et décantation, avant leur évacuation à un débit d'environ 5×10^6 l/j dans le réseau d'égouts municipal.

Usine H - Usine de teinture et d'apprêt d'étoffe tricotée, produisant du tricot circulaire, des sous-vêtements et des vêtements de sport. Procédés utilisés: tricotage, débouillissage, blanchiment, teinture et apprêt. Produits chimiques utilisés en quantités importantes: colorants plastosolubles, réactifs, et au soufre; acide acétique; soude caustique; eau oxygénée; surfactifs; sels de sodium et produits chimiques d'apprêt. Consommation moyenne d'eau: $1,5 \times 10^6$ l/j. Les eaux usées sont tamisées puis évacuées dans l'égout municipal.

Usine I - Usine de teinture et d'apprêt d'étoffe tricotée, produisant du tissu à poils (peluche, velours) et des articles en tissu à poils. Procédés utilisés: tricotage, débouillissage, blanchiment et teinture. Produits chimiques utilisés en quantités importantes: colorants acides, cationiques et plastosolubles; surfactifs; eau oxygénée; latex et produits chimiques d'apprêt. Consommation d'eau: environ $0,2 \times 10^6$ l/j (50 p. 100 d'eau de fabrication). Les eaux usées étaient tamisées, décantées, puis évacuées dans l'égout municipal.

Usine J - Usine de teinture à façon où l'on procède à la teinture et à l'apprêt d'étoffe tricotée et de tissu chaîne et trame. Produits chimiques utilisés en quantités importantes: colorants acides, cationiques, directs et plastosolubles; surfactifs; acide acétique; soude caustique; adoucissants, blancs optiques et résines. Débit de l'effluent évacué: environ $1,8 \times 10^6$ l/j (98 p. 100 d'eaux usées de fabrication).

Le tableau 19 présente les données relatives à la qualité de l'effluent de ces usines.

4 ÉVALUATION DES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX

Les résultats obtenus grâce aux études sont analysés dans le présent chapitre. On examine également les problèmes environnementaux associés aux rejets des usines textiles.

4.1 Polluants conventionnels

Les résultats des études montrent que la charge en polluants conventionnels comme la DBO, la DCO et les MST n'est pas liée à la taille et à la production de l'usine. Les facteurs qui déterminent ces charges de pollution sont les suivants: types de procédés, âge de l'usine et niveau de la technologie. Les figures 3, 4 et 5 de l'étude de 1973-74 révèlent un point de rupture sur la courbe, respectivement à 10, 30 et 20 kg/1000 kg de produit pour la DBO, la DCO et les MST. Ce point sépare les usines de teinture et d'ennoblissement de celles n'accomplissant que des opérations primaires comme la préparation, la filature et le tissage des fibres; les premières (sans aucun traitement) évacuaient plus de 10 kg de DBO, plus de 30 kg de DCO et plus de 20 kg de MST, par 1000 kg de produit; les charges respectives dans les usines n'effectuant que des opérations primaires étaient moindres.

Les tableaux 20 et 21 résument les données relatives aux charges de DBO, DCO et MST évacuées par ces usines. Le tableau 21 comprend également, à des fins de comparaison, les teneurs limites que l'EPA juge possibles avec les meilleures techniques utilisables (BPT) (21) ainsi que les directives proposées par Environnement Canada en 1978. (Consulter l'annexe E pour les données complètes sur les limites proposées par l'EPA pour les industries textiles utilisant les BPT ou les BAT (meilleures techniques existantes économiquement applicables).)

D'après le tableau 20, on peut voir que la DBO, la DCO et les MST sont demeurées presque constantes ou ont diminué entre l'étude de 1981-82 et celle conduite en 1985-86, sauf à l'usine A où, en 1985-86, le système d'épuration ne fonctionnait pas correctement pendant la période d'échantillonnage. Les quelques données relatives à l'étude de 1973-74 ont été calculées à partir des charges de polluants précisées dans les réponses au questionnaire; les valeurs obtenues semblent plutôt faibles.

Pour ce qui est des usines ne pratiquant pas d'épuration secondaire et évacuant leur effluent dans le réseau d'égouts municipal (soit les usines D, E, F, G, H, I et J), les charges de DBO et de MST des effluents se situaient toutes au-dessous des limites fixées par les règlements municipaux locaux, c.-à-d. 500 mg/l pour la DBO et 300 mg/l pour les MST.

TABLEAU 20 ÉTAT RÉCAPITULATIF, PAR USINE, DES CHARGES EN DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGÈNE (DBO), DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO) ET MATIÈRES EN SUSPENSION TOTALES (MST)

Usine/paramètre	Teneur (mg/l) Étude 1973-74**	Étude 1981-82	Étude 1985-86	Valeur rapportée en 1985-86***	Remarques
Usine A					
DBO	185	19	500	50	- Le système d'épuration ne fonctionnait pas normalement lorsque les échantillons d'eau ont été prélevés lors de l'étude de 1985-86
DCO	-	350	1240	600	
MST	83	80	190	20 à 60	
Usine B					
DBO	79	310	82	30 à 50	- Les valeurs pour 1981-82 semblent trop élevées
DCO	581	1100	1101	400 à 500	
MST	10	320	112	150 à 250	
Usine C					
DBO	21	4	-	-	- Usine fermée en 1985
DCO	-	52	-	-	
MST	9	11	-	-	
Usine D*					
DBO	379	205/72	-	158 à 203	
DCO	1187	1290/630	-	391 à 1419	
MST	33	39/16	-	36 à 1810	
Usine E*					
DBO	-	340	320	72 à 205	- Données pour l'effluent principal
DCO	-	1250	1000	630 à 1290	
MST	-	4	23	16 à 32	
Usine F*					
DBO	-	310	210	150 à 350	
DCO	-	995	500	995	
MST	-	62	59	62	
Usine G* (sous-vêtements)					
DBO	-	-	83	-	- Ne faisait pas partie de l'étude de 1981-82
DCO	-	-	630	-	
MST	-	-	105	-	
Usine G* (articles de bonneterie)					
DBO	-	-	71	-	- Ne faisait pas partie de l'étude de 1981-82
DCO	-	-	440	-	
MST	-	-	63	-	
Usine H					
DBO	-	-	-	80 à 150	- Pas retenue pour l'étude détaillée
DCO	-	-	-	50 à 90	
MST	-	-	-	-	
Usine I*					
DBO	-	-	-	200 à 450	- Pas retenue pour l'étude détaillée
DCO	-	-	-	-	
MST	-	-	-	19 à 95	
Usine J*					
DBO	-	-	-	300	- Pas retenue pour l'étude détaillée
DCO	-	-	-	800	
MST	-	-	-	20	

* Épuration primaire uniquement; effluent évacué dans le réseau d'égouts municipal.
** D'après les charges indiquées dans les réponses au questionnaire et converties en teneurs.
*** D'après les réponses au questionnaire.

TABLEAU 21 ÉTAT RÉCAPITULATIF, PAR SOUS-CATÉGORIE, DES CHARGES EN DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGÈNE (DBO), DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO) ET MATIÈRES EN SUSPENSION TOTALES (MST)

Sous-catégorie/usine	Charge (kg/1000 kg de produit)		
	DBO	DCO	MST
Ennoblissement de tissu trame et chaîne			
EPA - BPT: maximum journalier	6,6	60	17,8
EPA - BPT: moyenne mensuelle	3,3	30	8,9
Environnement Canada - Directives proposées en 1978	17,3 à 27,8	-	8
Usine A - Étude 1973-74*	99	-	23
Usine A - Étude 1981-82	4	73	17
Usine A - Étude 1985-86*	72 (7,2)	180 (87)	27 (3,7)
Usine B - Étude 1973-74	22	160	3
Usine B - Étude 1981-82	47	165	48
Usine B - Étude 1985-86	9,8	132	13
Ennoblissement d'étoffe tricotée			
EPA - BPT: maximum journalier	5,0	59,5	15,6
EPA - BPT: moyenne mensuelle	2,5	38,3	6,9
Environnement Canada - Directives proposées en 1978	17,3 à 27,8	-	8
Usine C - Étude 1973-74	8,1	-	5
Usine C - Étude 1981-82	1,5	20	4
Usine G** (sous-vêtements) - Étude 1985-86	5,3	40	6,7
Usine G** (articles de bonneterie) - Étude 1985-86	8,5	52	7,7
Ennoblissement de la laine			
EPA - BPT: maximum journalier	22,4	163,0	35,2
EPA - BPT: moyenne mensuelle	11,2	81,5	17,6
Environnement Canada - Directives proposées en 1978	31,2	-	8
Usine F - Étude 1981-82	54	174	11
Usine F - Étude 1985-86	66	158	18
Ennoblissement des tapis			
EPA - BPT: maximum journalier	7,8	70,2	11,0
EPA - BPT: moyenne mensuelle	3,9	35,1	5,5
Environnement Canada - Directives proposées en 1978	23,3	-	8
Usine D - Étude 1973-74	19	62	40
Usine D - Étude 1981-82	10	67	2
Usine E - Étude 1981-82	37	135	0,5
Usine E - Étude 1985-86	25	68	0,5

* Les eaux usées n'étaient pas traitées à l'époque; le système d'épuration ne fonctionnait pas correctement lors de l'échantillonnage fait en 1985-86; les valeurs entre parenthèses ont été calculées à partir des teneurs indiquées.

** Épuration primaire uniquement; effluent évacué dans le réseau d'égouts municipal.

Dans le cas des usines possédant un système d'épuration biologique bien exploité, les charges de DBO et de MST étaient inférieures ou très proches des limites proposées par l'EPA pour les BPT et indiquées dans les directives de 1978 d'Environnement Canada. L'usine C, qui utilisait la coagulation chimique, l'aération en étang et la clarification, produisait un effluent dont les charges de DBO, DCO et MST étaient bien inférieures aux limites proposées par l'EPA pour les BPT ainsi qu'à celles fixées par Environnement Canada dans ses directives de 1978.

Dans le cas des usines qui ne procèdent qu'à l'épuration primaire et qui évacuent leur effluent à l'égout municipal, il est surprenant de constater ce qui suit:

- Les eaux usées des secteurs sous-vêtements et articles de bonneterie de l'usine G renfermaient toutes des charges de DBO, DCO et MST inférieures aux limites BPT de l'EPA; les charges de DBO et de MST de l'usine G étaient aussi conformes aux directives d'Environnement Canada proposées en 1978.
- À l'usine F (ennoblissement de la laine) ainsi qu'aux usines D et E (ennoblissement des tapis), les charges en MST étaient inférieures ou proches des limites BPT de l'EPA; l'usine D se conformait également aux directives proposées par Environnement Canada en 1978 en ce qui concerne la charge de DBO.

Le tableau 22 présente sommairement les données relatives au pH ainsi qu'aux huiles et aux graisses. Tous les effluents évacués avaient le pH voulu, soit 6 à 9, excepté aux usines B et C, où le pH était proche de 11. L'effluent évacué normalement de l'usine A devrait avoir un pH de 8 à 9, du fait que les eaux usées sont neutralisées à l'acide sulfurique pour atteindre cette valeur; le pH de 10,3, mesuré lors de l'étude de 1985-86 était dû à un mauvais fonctionnement du système de dosage de l'acide.

Les rares données relatives aux huiles et aux graisses montrent que l'usine J de teinture à façon dépassait la limite de 15 mg/l (dans le cas des huiles minérales et synthétiques) fixée par les règlements municipaux de l'endroit. L'usine B, qui rejette l'effluent directement dans un cours d'eau, a également signalé des teneurs en huiles et graisses supérieures à la limite de 15 mg/l.

D'après les résultats de ces études, on peut tirer les conclusions suivantes en ce qui concerne les polluants conventionnels présents dans les effluents d'usines textiles:

- Toutes les usines qui évacuent leur effluent dans un égout municipal respectaient les limites fixées par les règlements municipaux pour la DBO et les MST.
- Les usines disposant d'installations pour l'épuration secondaire évacuaient des charges de DBO et de MST (en kg par 1000 kg de produit) inférieures ou proches des limites BPT de l'EPA ainsi que des limites fixées par Environnement Canada dans ses directives de 1978.
- Les usines ne pratiquant que l'épuration primaire (tamisage/dégrillage) pouvaient déverser des charges de MST inférieures aux limites BPT de l'EPA ainsi qu'aux valeurs proposées dans les directives émises par Environnement Canada en 1978.

TABLEAU 22 RÉSUMÉ DES DONNÉES RELATIVES AU pH, AUX HUILES ET AUX GRAISSES

Usine/paramètre		Teneur (mg/l pour les huiles et les graisses)			
		Étude 1973-74	Étude 1981-82	Étude 1985-86	Valeurs rapportées 1985-86
Ennoblissement de tissu chaîne et trame					
Usine A	- pH	-	9,1	10,3	8 à 9
	- H et G	16	-	-	8 à 12
Usine B	- pH	-	11,7	10,6	9 à 11
	- H et G	-	-	-	24
Ennoblissement d'étoffe tricotée					
Usine C	- pH		11,1	-	-
Usine G* (sous-vêtements)	- pH	-	-	9,2	
Usine G* (articles de bonneterie)	- pH	-	-	7,8	
Usine H*	- pH	-	-	-	7,5 à 10
Usine I*	- pH	-	-	-	7 à 8
Ennoblissement de la laine					
Usine F*	- pH	-	7,5	7,5	7,5
Ennoblissement de tapis					
Usine D*	- pH	-	7,5/8,1	-	6,5
Usine E*	- pH	-	6,2/7,1	7,0	7,5 à 8,1
Teinture à façon					
Usine J*	- pH	-	-	-	6,5 à 8,0
	- H et G	-	-	-	50 à 60

H et G = Huiles et graisses.
* Effluent évacué dans le réseau d'égouts municipal.

- La plupart des effluents des usines étudiées avaient un pH variant de 6 à 9.
- La teneur en huiles et en graisses de certains effluents pourrait probablement dépasser 15 mg/l, limite fixée par les règlements municipaux sur les égouts pour les huiles minérales et synthétiques.

4.2 Polluants d'intérêt prioritaire

L'étude de 1973-74 ne comprenait pas les polluants qui devaient plus tard être désignés comme polluants d'intérêt prioritaire. Quelques usines ont fourni des résultats analytiques sur les phénols, le chrome, le cuivre et le zinc, qui étaient présents dans les effluents évacués à des teneurs variant de 0,02 à 40 mg/l. Le dépistage des produits toxiques fait en 1981-82 a permis de caractériser dix polluants organiques d'intérêt prioritaire (tableau 23) dans les effluents de six usines, choisies pour représenter les

TABLEAU 23 POLLUANTS ORGANIQUES D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DÉCELÉS DANS LES EFFLUENTS D'USINES TEXTILES (Étude de dépistage des produits toxiques, 1981-82)*

Sous-catégorie/ échantillon d'eaux analysé	Composé identifié	P'age des teneurs (µg/l)
Ennoblissement de la laine		
Eaux résiduaires après tamisage	Phénol	33/65
	Naphtalène	17/37
	Phtalate de di-n-butyle	246
	Phtalate de di-n-octyle	40
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	206
Ennoblissement de la laine		
Effluent terminal	Phénol	57/63
	Naphtalène	14/21
	Phtalate de di-n-butyle	49
	Phtalate de di-n-octyle	16
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	74
Ennoblissement des tapis		
Eaux résiduaires de la teinture	Phénol	< 25/116
	Nitro-4 phénol	< 20/20
	Trichloro-1,2,3 benzène	21/32
	Naphtalène	139/132
	Fluorène	22
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	64
Teinture de tissu chaîne et trame et apprêt		
Effluent de l'atelier de teinture	Phénol	< 25/28/42
	Naphtalène	< 2/10/12
	Phtalate de di-n-butyle	< 2/10
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	60/246
Teinture de tissu chaîne et trame et apprêt		
Effluent de l'épuration primaire	Pentachlorophénol	< 25/70
	Naphtalène	21/16/29
	Phtalate de di-n-butyle	< 2/28
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	56/408
	N-nitrosodiphénylamine	< 10/16

* D'après un seul échantillon; analyses faites par différents laboratoires, ce qui explique les valeurs différentes.

quatre sous-catégories d'usines textiles utilisant couramment le traitement au mouillé soit: ennoblissement de tissu chaîne et trame; ennoblissement d'étoffe tricotée; ennoblissement de la laine et de tapis. Lors de l'étude de 1985-86, des échantillons ont été prélevés dans cinq usines choisies pour le dosage des métaux et des polluants organiques d'intérêt prioritaire. Les résultats obtenus sont évalués ci-dessous.

L'étude conduite par l'EPA étatsunienne en 1979 a permis de caractériser plus de 100 composés dans les effluents de 44 usines textiles procédant à l'épuration secondaire. Parmi ces composés, on a décelé 17 polluants organiques d'intérêt prioritaire, du cyanure et onze métaux lourds à des teneurs de 10 µg/l ou plus. Le tableau 24 donne la liste des polluants, le nombre d'usines dont les effluents contenaient les polluants en question et l'intervalle de teneurs mesurées.

Les résultats de l'étude que l'EPA a conduit en 1979 et ceux de l'étude 1985-86 d'Environnement Canada sont comparés au tableau 25, selon la sous-catégorie de traitement au mouillé. Dans chaque sous-catégorie, les polluants décelés par l'EPA dans les usines américaines ne l'ont été qu'une fois sur deux et même moins dans les usines canadiennes correspondantes. En revanche, les effluents des usines canadiennes semblaient contenir un plus grand nombre des polluants décelés par l'EPA. À l'usine F, outre trois des sept composés décelés par l'EPA, l'effluent contenait trois substances en teneurs supérieures à 10 µg/l. À l'usine E, on a décelé quatre des cinq composés EPA, plus cinq autres substances en teneurs supérieures à 10 µg/l. À l'usine G (articles de bonneterie), on a décelé trois des huits composés décelés par l'EPA et six autres composés étaient présents en teneur dépassant 10 µg/l. Dans le secteur sous-vêtements, seuls trois des treize composés décelés par l'EPA dans une usine similaire étaient présents. Aux usines A et B, huit des dix-huit composés décelés par l'EPA étaient présents; on a décelé en plus un composé en teneur supérieure à 10 µg/l.

Le tableau 26 présente la liste des polluants organiques d'intérêt prioritaire les plus fréquemment décelés par fraction analytique ainsi que les teneurs maximales mesurées. De tous les composés, c'est le phtalate de bis(éthyl-2 hexyle), plastifiant d'emploi universel, qui était le plus fréquemment décelé; il était présent dans les dix-neuf échantillons analysés. Parmi les composés de la fraction volatile, ce sont les dérivés de substitution du benzène qui étaient les plus fréquemment décelés. Dans la fraction acide, les phénols arrivaient en premier, le plus important étant le pentachlorophénol présent dans trois des dix-huit échantillons analysés. Dans la fraction basique/neutre, le naphtalène présent dans douze échantillons sur dix-neuf venait en tête des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

TABLEAU 24 POLLUANTS D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DÉCELÉS PAR L'EPA DANS LES EFFLUENTS DE 44 USINES TEXTILES PROCÉDANT À L'ÉPURATION SECONDAIRE

Polluant	Nombre d'usines où le polluant a été décelé à une teneur donnée	
	Plus de 10 µg/l	Moins de 10 µg/l
Acrylonitrile	1	N.I.
Benzène	5	6
Trichloro-1,2,4 benzène	10	N.I.
Trichloro-2,4,6 phénol	5	N.I.
Parachlorométacrésol	2	N.I.
Chloroforme	12	2
Dichloro-1,2 benzène	4	5
Éthylbenzène	19	4
Trichlorofluorométhane	5	N.I.
Naphtalène	15	7
N-nitrosodi-n-propylamine	2	N.I.
Pentachlorophénol	10	2
Phénol	25	4
Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	27	N.I.
Tétrachloréthylène	4	4
Toluène	18	13
Trichloréthylène	10	3
Antimoine	8	14
Arsenic	11	N.I.
Cadmium	1	N.I.
Chrome	13	25
Cuivre (résidu brut)	30	N.I.
Cyanure	2	42
Plomb (16 usines seulement)	6	10
Mercure (38 usines seulement)	5	33
Nickel	9	18
Sélénium	6	N.I.
Argent	15	N.I.
Zinc	44	0

N.I. = Non indiqué.

TABLEAU 25 POLLUANTS ORGANIQUES D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DÉCELÉS DANS LES EFFLUENTS D'USINES TEXTILES AU CANADA (Étude 1985-86) ET AUX ÉTATS-UNIS (Étude de l'EPA, 1979)

Sous-catégorie	Polluant	EPA (10 mg/l)	Environnement Canada (mg/l)
Ennoblissement de la laine (usine F)	Dichloro-1,2 benzène	x	N.D.
	Dichloro-1,4 benzène	x	1
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	x	40
	Éthylbenzène	x	8,6
	Naphtalène	x	8,6
	Pentachlorophénol	x	N.D.
	Trichloréthylène	x	1,1
	Trichloro-1,1,1 éthane	-	1
	Toluène	-	1
	Tétrachloréthylène	-	1,6
	Phénol	-	17,8
	Diméthyl-2,4 phénol	-	15
	Phtalate de di-n-butyle	-	158
Ennoblissement de tapis (usine E)	Chloroforme	x	Tr à 6,1[a]
	Naphtalène	x	10[b]
	Phénol	x	15[a]
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	x	1 à 32,1[a]
	Trichloro-1,1,1 éthane	-	N.D. à 1,1[a]
	Toluène	-	Tr à 1,5[a]
	Éthylbenzène	-	6,3[b]
	Dichloro-1,4 benzène	-	36[b]
	Dichloro-1,2 benzène	-	95[b]
	Pentachlorophénol	-	15[c]
Articles de bonneterie (usine G)	Acrylonitrile	x	N.D.
	Trichloro-2,4,5 phénol	x	N.D.
	Chloroforme	x	250
	Naphtalène	x	10,2
	N-nitrosodiphénylamine	x	N.D.
	Phénol	x	34,9
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	x	2,8
	Tétrachloréthylène	x	1,2
	Dichloro-1,1 éthylène	-	13,9
	Trichloro-1,1,1 éthylène	-	31,7
	Dichloro-1,4 benzène	-	71,1
	Phtalate de di-n-butyle	-	14,7
	Dichloro-2,4 phénol	-	15
	Nitro-2 phénol	-	15
Tricots (usine G)	Trichloro-1,2,4 benzène	x	N.D.
	Chloroforme	x	17,8
	Dichloro-1,2 benzène	x	N.D.
	Éthylbenzène	x	N.D.
	Naphtalène	x	N.D.
	Pentachlorophénol	x	N.D.
	Phénol	x	12
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	x	6,2
	Phtalate de di-éthyle	x	N.D.
	Phtalate de di-méthyle	x	N.D.
	Tétrachloréthylène	x	N.D.
	Toluène	x	N.D.
	Trichloréthylène	x	N.D.
	Phtalate de di-n-butyle	-	2,9
Tissu chaîne et trame (usines A et B)	Benzène	x	N.D.
	Monochlorobenzène	x	N.D.
	Trichloro-1,2,4 benzène	x	N.D.
	Trichloro-2,4,6 phénol	x	N.D.
	p-chloro-m-crésol	x	N.D. à 290 (usine B seulement)
	Chloroforme	x	N.D.
	Chloro-2 phénol	x	N.D.
	Dichloro-1,2 propane	x	N.D.
	Éthylbenzène	x	0,8 à 986
	Naphtalène	x	N.D. à 14,2
	N-nitrosodiphénylamine	x	N.D.
	Pentachlorophénol	x	15 (usine B seulement)
	Phénol	x	N.D à 30,4
	Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	x	4,5 à 19,5
	Phtalate de di-n-butyle	x	2,9 à 10,1
	Phtalate de diméthyle	x	N.D.
	Toluène	x	0,3 à 93
	Trichloréthylène	x	N.D. à 1,1
	Trichloro-1,1,1 éthane	-	N.D. à 1,3
	Tétrachloréthylène	-	N.D. à 86
	Dichloro-1,4 benzène	-	N.D. à 3,4

N.D. = Non détecté; Tr = Traces.
[a] Effluent principal et effluent de l'apprêt au latex.
[b] Effluent de l'apprêt au latex seulement.
[c] Effluent principal seulement.

TABLEAU 26 POLLUANTS ORGANIQUES D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DÉCELÉS DANS LES EAUX USÉES D'USINES TEXTILES CANADIENNES (Étude 1985-86)

Polluant	Fréquence de détection	Teneur maximale détectée (µ g/l)
Fraction volatile		
Toluène	13/17	93
Éthylbenzène	13/17	986
Dichloro-1,4 benzène	11/17	90,6
Chloroforme	11/17	448
Tétrachloréthylène	11/17	86
Trichloro-1,1,1 éthane	10/17	5,3
Trichloréthylène	7/17	44,8
Dichloro-1,1 éthylène	3/17	29,9
Dichloro-1,4 benzène	4/17	71,1
Dichloro-1,2 benzène	2/17	95
Dichloro-1,2 éthane	1/17	1,5
Fraction acide		
Phénols	12/18	58,6
Pentachlorophénol	3/18	19,3
Nitro-2 phénol	3/18	15
Dichloro-2,4 phénol	3/18	15
p-chloro-m-crésol	2/18	68,9
Diméthyl-2,4 phénol	2/18	15
Fraction basique/neutre		
Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	19/19	71
Phtalate de di-n-butyle	17/19	318
Naphtalène	12/19	19,9
Fluorène	4/19	2,9

Si l'on s'en tient aux résultats de l'étude de dépistage des produits toxiques de 1981-82 et de l'étude de 1985-86 ainsi qu'au document de référence de l'enquête conduite par l'EPA, on peut conclure que les polluants d'intérêt prioritaire suivants peuvent se retrouver, en p.p. milliard, dans les effluents d'usines textiles:

- dérivés de substitution du benzène, soit le toluène, l'éthylbenzène et les chlorobenzène;
- solvants (chloroforme, chloréthanes et chloréthylènes);
- phénols (phénol et dérivés de substitution de celui-ci);
- phtalates (phtalate de bis(éthyl-2 hexyle) et phtalate de di-n-butyle);
- naphtalène.

À noter cependant que les directives de l'EPA sur les effluents d'usines textiles (21) ne proposent des mesures que pour les phénols totaux et excluent tous les autres polluants toxiques pour deux raisons: ils sont ou présents en quantités trop petites pour qu'elles puissent être effectivement réduites par les techniques connues, ou alors ils sont éliminés par des procédés utilisés pour respecter les limites et les normes applicables à d'autres polluants. Les directives de l'EPA fixent un maximum quotidien de 0,1 kg/1000 kg de produit et une moyenne mensuelle de 0,05 kg/1000 kg de produit pour les phénols rejetés par une usine textile. La quantité totale de phénols rejetés par chacune des usines étudiées en 1985-86 était bien inférieure à la limite de 0,05 kg/1000 kg de produit.

Le tableau 27 résume la fréquence observée et les teneurs maximales en métaux décelées dans les effluents lors de l'étude de 1985-86. Nous indiquons en vis-à-vis la fréquence observée par l'EPA en 1979, à des fins de comparaison. Les métaux les plus fréquemment décelés dans les effluents lors de l'étude de 1985-86 étaient le zinc, le cuivre, le chrome, le plomb et le nickel. Aussi bien dans l'étude d'Environnement Canada que dans celle de l'EPA, le zinc, le cuivre et le chrome étaient les métaux les plus fréquemment observés. Les teneurs les plus élevées décelées pour ces polluants se situaient dans la plage de 0,1 à 0,2 mg/l. Toutes les teneurs mesurées sont inférieures aux limites de 1 mg/l ou 2 mg/l fixées par les règlements municipaux sur les rejets à l'égout. Dans le cas des usines A et B, qui déversent leurs effluents épurés directement dans des eaux réceptrices, les teneurs en métaux des effluents étaient vingt fois inférieures aux objectifs de qualité de l'eau (22). Dans la plupart des cas, et en particulier pour les usines A et B, les eaux réceptrices dilueraient rapidement au-delà de cent fois ces teneurs, si bien que les métaux rejetés à ces endroits n'auraient que très peu d'effets sur l'environnement.

Dans les directives de l'EPA sur les effluents d'usines textiles (21), le chrome a servi à mesurer l'efficacité des moyens mis en oeuvre pour limiter les teneurs en métaux lourds. Les limites fixées pour l'effluent terminal des usines textiles sont de 0,1 kg/1000 kg de produit pour le maximum quotidien et de 0,05 kg/1000 kg de produit pour la moyenne mensuelle. Toutes les usines étudiées en 1985-86 respectaient cette dernière valeur.

Les sources des principaux métaux décelés (soit le zinc, le cuivre, le chrome, etc.) sont probablement les colorants employés dans le traitement au mouillé. En ce qui concerne les polluants organiques d'intérêt prioritaire décelés dans les effluents, on devrait pouvoir remonter à la source en sachant à quoi ils servent.

TABLEAU 27 MÉTAUX DÉCELÉS DANS LES EFFLUENTS D'USINES TEXTILES

Métal	Étude 1985-86*		Étude EPA
	Fréquence de détection (plus de 10 µg/l)	Max. décelé (µg/l)	Fréquence de détection (plus de 10 µg/l)
Arsenic	5	14	11/44
Cadmium	3	50	1/44
Chrome	15	230	13/44
Cuivre	19	145	30/44
Plomb	15	100	6/16
Mercure	0	0,95	5/38
Nickel	13	50	9/44
Zinc	20	115	44/44

* 21 échantillons d'effluent terminal.

- Il y a ceux qui peuvent être présents dans les colorants commerciaux ou les véhiculeurs de colorants sous forme d'impuretés en traces ou d'additifs, soit le toluène, l'éthylbenzène, les dichlorobenzènes, le naphtalène, le phénol, le nitrophénol, le diméthyl-2,4 phénol, le pentachlorophénol et le p-chloro-m-crésol.
- Ceux utilisés comme solvants de nettoyage ou comme agents de débouillissage à savoir: le trichloro-1,1,1 éthane, le trichloréthylène, le tétrachloréthylène, le chloroforme et le dichloro-1,2 éthane.
- Ceux qui peuvent être utilisés comme plastifiants ou qui rentrent dans la composition de revêtement, soit le phtalate de bis(éthyl-2 hexyle) et le phtalate de di-n-butyle.
- Ceux que l'on retrouve partout et en particulier dans l'eau d'alimentation et dans les matières premières. Ce sont le chloroforme, le dichloro-1,2 éthane, le phénol et le phtalate de bis(éthyl-2 hexyle).

Les conclusions de cette sous-section en ce qui concerne les polluants d'intérêt prioritaire dans les effluents d'usines textiles sont les suivantes:

- Les polluants organiques d'intérêt prioritaire que l'on peut trouver dans les effluents d'usines textiles, en p.p. milliard, sont les dérivés de substitution du benzène (toluène, éthylbenzène et chlorobenzènes), le naphtalène, le phénol, les dérivés de substitution du phénol (chlorophénols, méthylphénol et nitrophénol), les chloréthylènes, les chloréthanes, le chloroforme et les phtalates, comme le phtalate de bis(éthyl-2 hexyle) et le phtalate de di-n-butyle; ces polluants peuvent être présents en traces ou en tant qu'additifs dans les colorants, les véhiculeurs de colorants et les matières premières ainsi que dans les effluents des procédés de traitement au mouillé.

- Si on prend les phénols totaux comme critère de dépollution pour les polluants organiques d'intérêt prioritaire comme le suggère l'EPA, alors tous les effluents des usines étudiées respectaient la limite fixée par les directives de l'EPA sur les effluents d'usines textiles, puisque partout la charge en phénols totaux était inférieure à 0,05 kg/1000 kg de produit.
- Les métaux d'intérêt prioritaire que l'on peut trouver dans les effluents d'usines textiles sont le zinc, le cuivre, le chrome, le plomb et le nickel; la teneur en chacun de ces métaux serait probablement inférieure à 1 mg/l, limite fixée par les règlements municipaux locaux sur les rejets à l'égout. Les colorants sont la principale source de métaux dans les effluents des usines textiles.
- Si on prend le chrome pour représenter le taux d'élimination des métaux lourds des effluents d'usines textiles comme le propose l'EPA, alors les effluents des usines étudiées renfermaient tous une charge de chrome inférieure à 0,05 kg/1000 kg de produit, moyenne mensuelle limite fixée par les directives de l'EPA sur les effluents d'usines textiles.

4.3 Couleur et toxicité de l'effluent

L'étude de 1981-82 comprenait des analyses d'échantillons d'effluents pour la couleur. Les études de 1981-82 et de 1985-86 comprenaient toutes deux des essais biologiques afin de déterminer la toxicité des effluents pour le poisson. Les résultats sont résumés au tableau 28.

En ce qui concerne la couleur de l'effluent, une absorbance inférieure à 0,1 correspond à un effluent "non coloré", et une valeur située entre 0,1 et 0,25 à un effluent "légèrement coloré". Les valeurs supérieures à 0,25 désigneraient des effluents "fortement colorés". Même si les données du tableau 28 relatives au pouvoir absorbant sont plutôt limitées, elles montrent néanmoins que les effluents d'usines pratiquant l'épuration secondaire peuvent être considérés comme "non colorés", alors que là où on ne procède qu'à une épuration primaire, ils seraient "légèrement colorés". C'est dans les usines procédant à l'épuration biologique suivie de la clarification que l'effluent était "le moins coloré" (valeur d'absorbance: 0,02 seulement). Cependant, la découverte dans différentes régions (23) de traînées de couleur dans les rivières au voisinage d'émissaires d'usines textiles montre que des effluents non épurés, fortement colorés, sont parfois évacués par certaines usines textiles dans les rivières.

En ce qui concerne la toxicité de l'effluent pour le poisson, les données de l'étude de 1981-82 et celles de 1985-86, consignées au tableau 29, montrent que les effluents ayant subi une épuration secondaire n'étaient pas toxiques pour le poisson (taux de survie: près de 100 p. 100). La toxicité des effluents n'ayant subi qu'un dégrillage était évidente si l'on en juge d'après le taux de survie qui n'était que de 7 à 14 p. 100 lors de l'étude 1981-82 et de 42 à 75 p. 100 en 1985-86. On constate cependant une nette

TABLEAU 28 RÉSUMÉ DES DONNÉES RELATIVES À LA COULEUR DES EFFLUENTS ET LEUR TOXICITÉ POUR LE POISSON

Sous-catégorie		Procédé d'épuration	Couleur (mesurée par l'absorbance)	Toxicité pour le poisson TL_{50} - 96 h (%)
Ennoblissement de tissu chaîne et trame				
Usine A	Étude 1981/82	Boues activées et clarification	0,02	100
	Étude 1985/86			100
Usine B	Étude 1981/82	Étang aéré	0,03	80 ± 16
	Étude 1985/86			99
Ennoblissement d'étoffe tricotée				
Usine C	Étude 1981/82	Coagulation chimique, étang aéré et clarification	0,02	100
Usine G*				
(sous-vêtements)	Étude 1985/86	Réservoir d'équilibre		75
(articles de bonneterie)	Étude 1985/86			42
Ennoblissement de la laine				
Usine F*	Étude 1981/82	Dégrillage et réservoir d'équilibre	0,24	14 ± 4
	Étude 1985/86			72
Ennoblissement de tapis				
Usine D*	Étude 1981/82	Dégrillage	0,2	6,9 ± 1,0
Usine E*	Étude 1981/82	Dégrillage	0,2	8,8 ± 0,4
	Étude 1985/86			70

* Effluent évacué dans le réseau d'égouts municipal.

amélioration aux usines E et F entre les deux études, le taux de survie ayant passé de 14 à 72 p. 100 à l'usine E et de 8,8 à 70 p. 100 à l'usine F. Il faut cependant noter que l'on s'est servi d'alevins de guppy pour les bio-essais conduits dans le cadre de l'étude 1985-86, espèce 1,5 fois plus résistante que la truite arc-en-ciel choisie pour l'étude de la toxicité en 1981-82 (20).

On pourrait conclure que les usines textiles possédant un système d'épuration biologique bien exploité peuvent produire un effluent non létal pour le poisson et sans couleur apparente, alors que dans les usines qui ne pratiquent que l'épuration primaire l'effluent est légèrement coloré et toxique pour le poisson (TL_{50} - 96 h inférieure à 70 p. 100).

4.4 Surfactifs

Le traitement au mouillé des textiles utilise de grandes quantités de surfactifs comme agents et(ou) agents auxiliaires de débouillissage, de mouillage, de dispersion, de teinture et d'apprêt. La plupart des surfactifs utilisés se retrouvent dans les eaux usées. L'étude de 1981-82 comprenait des analyses d'échantillons d'effluents pour le dosage des

TABLEAU 29 RÉSUMÉ DES TENEURS EN SURFACTIFS DANS LES EFFLUENTS

Sous-catégorie			Surfactifs anioniques - comme SABM (mg/l)	Surfactifs non ioniques (mg/l)	Procédé d'épuration
Ennoblissement de tissu chaîne et trame					
Usine A	1981-82	Eaux brutes	2,3	1350	Boues activées et clarification
		Effluent terminal	0,9	500	
	1985-86	Eaux brutes	-	6,1	
		Effluent terminal	-	3,1	
Usine B	1981-82	Eaux brutes	3,9	1800	Étang aéré
		Effluent terminal	1,7	1430	
	1985-86	Eaux brutes	-	6,5	
		Effluent terminal	-	3,2	
Ennoblissement d'étoffe tricotée					
Usine B	1981-82	Eaux brutes	2,7	340	Coagulation chimique, étang aéré et clarification
		Effluent terminal	0,6	30	
Usine G*	(articles de bonneterie)				
	1985-86	Effluent terminal (sous-vêtements)	-	24	Réservoir d'équilibre
	1985-86	Effluent terminal	-	15	Aucun
Ennoblissement de la laine					
Usine F*	1981-82	Effluent terminal	2,7	1210	Dégrillage et réservoir d'équilibre
	1985-86	Effluent terminal	-	88	
Ennoblissement de tapis					
Usine D*	1981-82	Effluent nº 1	2,9	1290	Dégrillage
	1981-82	Effluent nº 2	1,4	480	
Usine E*	1981-82	Effluent principal	16,5	380	Dégrillage
		Effluent de l'apprêt au latex	1,3	-	
	1985-86	Effluent principal	-	101	
		Effluent de l'apprêt au latex	-	0,2	

* Évacué dans le réseau d'égouts municipal.

surfactifs anioniques et non ioniques; l'étude de 1985-86 ne s'intéressait qu'aux surfactifs non ioniques. Les résultats sont résumés au tableau 29.

Dans le cas des surfactifs anioniques, analysés en tant que substances réagissant au bleu de méthylène (SABM), leur teneur dans les eaux usées variait de 1,4 à 16,5 mg/l selon les procédés et les produits chimiques utilisés ainsi que la consommation d'eau. Les valeurs SABM ne représentent pas les teneurs réelles en surfactifs anioniques; elles donnent cependant une idée de l'ordre de grandeur des teneurs en surfactifs anioniques dans les eaux usées. Les données pour les usines A et C montrent que l'épuration pratiquée dans ces deux usines réduisait la teneur en surfactifs anioniques de 60 et 80 p. 100 respectivement. À l'usine C où l'on procède à la coagulation chimique

avant le traitement biologique et à la clarification après le traitement biologique, l'effluent renfermait des quantités négligeables de surfactifs anioniques, la valeur SABM n'étant que de 0,6 mg/l. Dans le cas de l'usine B, on a observé une réduction de 54 p. 100 des surfactifs anioniques. Le temps de séjour dans l'étang (5 jours) a probablement rendu impossible le calcul du pourcentage réel de réduction.

Pour ce qui est des surfactifs non ioniques, les données provenant de l'usine C révèlent une réduction de plus de 90 p. 100. Cependant, les données de l'usine A indiquent une réduction de 60 p. 100 en 1981-82 et de 50 p. 100 seulement en 1985-86. On sait que la biodégradation des surfactifs est fonction de la température. Une différence de température pourrait être la raison des écarts relevés entre les deux usines.

Parallèlement à l'étude de 1985-86, on a mesuré (20) les teneurs en surfactifs non ioniques des eaux brutes et de l'effluent d'une station d'épuration municipale (SÉM) dotée d'installations d'épuration secondaire. Quinze pour cent des eaux brutes traitées par cette station et environ 90 p. 100 de la charge en surfactifs non ioniques proviennent de l'usine F. Les teneurs moyennes en surfactifs non ioniques mesurées à l'entrée de la SÉM et à la sortie (où la température était voisine de 20 °C à l'époque de l'étude) étaient respectivement de 15 mg/l et 0,8 mg/l, ce qui représente une réduction de 96,5 p. 100. Cela confirme que l'épuration biologique peut efficacement éliminer les surfactifs non ioniques. De plus, on a constaté que les surfactifs provenant de l'usine F n'entraînaient pas de problèmes importants de moussage dans cette station d'épuration.

Un fait étonnant est l'écart entre les teneurs en surfactifs non ioniques mesurées en 1981-82 et celles mesurées en 1985-86 (voir tableau 29). Alors qu'à l'usine E, le passage à une teneur quatre fois moindre peut être attribué à la réduction de la consommation de produits chimiques par l'usine, les baisses observées aux usines A, B et F sont trop grandes pour que cela soit la seule raison. À noter que différentes méthodes ont été utilisées pour les études: méthode de décoloration de la dichlorofluoroscéine (24) en 1981-82, et méthode CATS (substances réagissant au thiocyanate de cobalt) en 1985-86 (25). Une comparaison de la charge annuelle calculée et de la consommation annuelle estimée de surfactifs non ioniques (données fournies par les usines A et F), dans le cadre de l'étude de 1985-86 (tableau 30), montre que les résultats analytiques de l'étude conduite en 1985-86 sont exacts à un degré raisonnable. Les teneurs mesurées en 1981-82 semblent nettement plus élevées qu'elles ne l'étaient en réalité; il est en effet impossible que des effluents renfermant plus de 500 mg de surfactifs non ioniques par litre ne soient pas toxiques pour le poisson (tableau 28 et 29) quand on sait que la plupart de ces agents ont une TL_{50} - 96 h inférieure à 10 mg/l (20).

TABLEAU 30 COMPARAISON DES TENEURS EN SURFACTIFS NON IONIQUES DES EAUX BRUTES PAR RAPPORT À LA QUANTITÉ CONSOMMÉE * PAR L'USINE (Étude 1985-86)

	Débit (m^3/j)	Teneur en surfactifs non ioniques (mg/l)	Consommation de surfactifs non ioniques (kg/j)	Rejet annuel calculé (kg/an)	Consommation annuelle estimée (kg/an)
Usine A	9215	6,1	56,2	14 050	20 000
Usine B	1054	88	92,8	23 200	39 200

* Estimation fournie par l'usine.

En ce qui concerne les surfactifs présents dans les effluents d'usines textiles, on peut faire les observations suivantes: un système d'épuration biologique bien exploité pourrait réduire la teneur en surfactifs à un niveau négligeable; dans les SÉM recevant des effluents d'usines textiles n'ayant subi qu'une épuration primaire, aucun problème de moussage ne se pose.

4.5 Boues et autres déchets

Dans l'étude de 1985-86, on a également recueilli toute l'information existante sur les boues et les déchets autres que les eaux usées.

De toutes les usines étudiées, la plupart ne produisaient pas de boues, du moins pas régulièrement. Seule l'usine A signalait la production hebdomadaire de 200 m^3 de boues d'épuration qui étaient évacuées dans une rivière; l'usine E faisait état de 27 m^3/mois de boues provenant de son réservoir de décantation du latex, boues qui étaient envoyées dans une décharge. À l'usine F, une quantité négligeable de boues provenant du réservoir d'équilibre est évacuée tous les deux ans par une entreprise extérieure, sous contrat. Aucune des autres usines étudiées, y compris l'usine B qui possède un étang aéré avec un TS de cinq jours, n'avait de problème de boues à éliminer.

Deux échantillons de boues recyclées prélevés à l'usine A, ainsi que des échantillons de boues prélevés au fond de l'étang aéré de l'usine B, ont été analysés pour la teneur en polluants. Toutefois, seuls les échantillons provenant de l'usine B ont été analysés de façon valable. Selon une étude de Shaver et Guinan (26), la teneur totale en métaux lourds des boues d'épuration dans les usines textiles aux États-Unis pourrait atteindre 20 990 ppm, et leur teneur en hydrocarbures chlorés pourrait se situer entre 0,11 ppm et 64,7 ppm (tableau 31). À l'usine B, spécialisée en teinture et ennoblissement

de tissu chaîne et trame, les teneurs totales en métaux des boues prélevées près de l'entrée et de la sortie de l'étang étaient respectivement d'environ 2000 ppm et 1550 ppm. Ces valeurs sont beaucoup plus faibles que la teneur de 9395 ppm donnée au tableau 31 pour les usines de teinture et d'ennoblissement de tissu chaîne et trame aux États-Unis. Les teneurs totales en hydrocarbures chlorés des boues provenant de l'usine B (c.-à-d. 0,65 ppm et 0,19 ppm) sont elles aussi beaucoup plus faibles que la valeur de 15,2 ppm apparaissant au tableau 31 pour les usines de teinture et d'ennoblissement de tissu chaîne et trame.

Parmi les autres déchets signalés par les usines dans le cadre de l'étude, on peut citer les chutes de tissu, les fibres provenant du tamisage et de la décantation des eaux usées ainsi que la bourre et les poussières de fibres captées par les dépoussiéreurs (dans les usines d'ennoblissement de la laine); tous ces déchets étaient envoyés à une décharge municipale. Deux usines signalent des huiles usées provenant de l'écrémage des eaux des laveurs de brouillards d'huiles; l'une les éliminait sur place par incinération, l'autre les faisait transporter et éliminer à l'extérieur. L'une des usines a également signalé la production d'environ 12 000 kg/an de mousse résiduelle de PVA évacuée dans une décharge à l'extérieur de l'usine.

Dans la plupart des usines, la production de boues n'était pas régulière; la purge des réservoirs produit occasionnellement de très faibles quantités de boues qui sont évacuées dans une décharge. Les boues d'épuration renfermaient des métaux lourds et des hydrocarbures chlorés. Les teneurs décelées dans les échantillons analysés étaient beaucoup plus faibles que celles signalées pour les usines du même type aux États-Unis. Les autres déchets produits par les usines textiles sont, comme nous l'avons vu, les chutes de tissu et des fibres, généralement évacuées dans les décharges municipales. Certaines usines peuvent produire des huiles usées qu'il faut éliminer de façon sécuritaire.

4.6 Émissions

Le questionnaire distribué lors de l'étude de 1985-86 comprenait une section sur les émissions dans l'atmosphère. Très peu d'information a été recueillie sur les sources d'émission, les polluants et la dépollution des émissions.

La plupart des usines étudiées libéraient des particules et des poussières de fibres, qui étaient recueillies par des dépoussiéreurs à filtres à manches, des cyclones ou un système d'aspiration centrale. Certaines usines ont signalé des émissions de vapeurs de solvants (par ex., trichloréthylène et perchloréthylène), sans préciser les mesures de dépollution. Quelques usines mentionnaient des émissions de brouillards d'huiles et

TABLEAU 31 RÉSUMÉ DES ANALYSES DES BOUES D'USINES TEXTILES (ÉTATS-UNIS)

Catégorie	Teneur totale en métaux lourds (en mg/kg de boues sèches)	Teneur totale en matières organiques chlorées (en mg/kg de boues sèches)
Débouillissage de la laine	5 273	1,28
Teinture et ennoblissement d'étoffe de laine	20 990	0,11
Teinture et ennoblissement de tissu chaîne et trame	9 395	15,2
Teinture et ennoblissement d'étoffe tricotée	5 023	64,7
Teinture et ennoblissement de tapis	7 919	26,2
Teinture et ennoblissement du fil et de la bourre	3 606	40,1

l'utilisation de laveurs pour les recueillir. Une usine d'ennoblissement de la laine signalait des émissions d'ammoniac; une autre spécialisée dans l'ennoblissement de tissu chaîne et trame indiquait la présence de vapeur d'eau contenant certaines résines, une autre enfin d'ennoblissement d'étoffe tricotée mentionnait des émissions de vapeurs d'hypochlorite de sodium et d'hydrosulfate de sodium.

Il semble que le principal problème de pollution atmosphérique causée par les usines textiles, soit l'émission de poussières de fibres. Selon une étude étatsunienne (13), les procédés de l'industrie textile peuvent libérer des quantités importantes de composés organiques volatils (COV) dans l'atmosphère. L'impression du tissu, en particulier, peut entraîner de fortes émissions de COV selon la teneur plus ou moins élevée en solvant de la pâte d'impression. Néanmoins, d'après le peu d'information et les rares données obtenues grâce aux réponses au questionnaire et aux visites d'usines, il apparaît que le problème des émissions de COV par les usines textiles canadiennes n'est pas aussi grave qu'on le dit dans la documentation scientifique. Il serait peut-être souhaitable de déterminer l'importance des émissions dans les usines textiles établies au Canada et une étude spéciale pourrait être conduite à cette fin.

RÉFÉRENCES

1. Institut canadien des textiles, *Industrie textile du Canada* (1985).
2. Environnement Canada, *Proposed Textile Mill Liquid Effluent Regulations and Guidelines* (1978).
3. IEC International Environmental Consultants Limited, *Étude du traitement au mouillé des textiles et des techniques de lutte contre la pollution*, Rapport SPE-3-WP-82-5F, Environnement Canada (1982).
4. Samant, H.S. *et al.*, *Toxic Chemicals Inventory in Textile Mill Effluents*, Environnement Canada, Rapport de la région de l'Atlantique (1982).
5. Rapport (1983) du Groupe de travail sur les économies d'énergie dans l'industrie canadienne.
6. Institut canadien des textiles, *1984 Textile Manual* (1985).
7. J.L. Richards & Associates Ltd., "Waste Abatement, Reuse, Recycle and Reduction Opportunities in Industry-primary Textiles", Manuel technique préparé pour Environnement Canada (janvier 1984).
8. Shelly, M.L. *et al.*, "Evaluation of Chemical-biological and Chemical-physical Treatment for Textile Dyeing and Finishing Plants", *JWPCF, 48:* 753 (1976).
9. Olthof, M. et W.W. Ekenfelder, "Coagulation of Textile Wastewater", *Textile Chemist and Colorist, 8:* 18 (1976).
10. Porter, J.J. et T.N. Sargent, "Waste Treatment vs Waste Recovery", *Textile Chemist and Colorist, 9:* 38 (1977).
11. Lund, M.F., *Industrial Pollution Control Handbook*, McGraw-Hill, New York (1971).
12. U.S. EPA, "Development Document for Effluent Limitations, Guidelines and Standards for the Textile Mill Point Source Category", EPA 440/1-79/022b (Octobre, 1979).
13. U.S. EPA, "Environmental Pollution Control - Textile Processing Industry", *Technology Transfer Manual*, EPA 625/7-28-002 (Octobre, 1978).
14. Hitz, H.R. *et al.*, "Adsorption of Dyes on Activated Sludge", *J. Soc. Dyers & Colorists, 94:* 71 (1978).
15. De John, P.B. et R.A. Hutchins, "Treatment of Dye Wastes with Granular Activated Carbon", *Textile Chemist and Colorist, 8:* 34 (1978).
16. Adams, A.D., "Carbon Adsorption Aids Activated Sludge Treatment at Dyeing and Finishing Plants", *Amer. Dyestuff Reporter, 65:* 32 (1976).
17. Stuber, L.M., "Tertiary Treatment of Carpet Dye Wastewater Using Ozone Gas and Its Comparison to Activated Carbon", Special Research Problem, Georgia Institute of Technology (août 1973).
18. Snidled, E.H. et J.J. Porter, "Ozone Treatment of Dye Waste", *JWPCF, 46:* 886 (1974).
19. W.J. Cosgrove & Associates, Inc., "Environmental Inventory of the Canadian Textile Industry", Rapport nº 10107 des consultants à Environnement Canada (décembre 1974).

20. Beak Consultants Limited, "Development of Methods to Assess the Fate and Impacts of Non-Ionic Surfactants in the Aquatic Environment", a report for EPS (mars 1986).

21. U.S. EPA, "Textile Mill Point Source Category Effluent Guidelines, Pretreatment Standards and New Source Performance Standards", *Federal Register, 47,* No. 171, p. 38810 (2 septembre 1982).

22. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, "Water Management Goals, Policies, Objectives and Implementation Procedures" (1984).

23. Communication personnelle avec les services régionaux de Conservation et Protection (1986).

24. Stewart, R.S., *Analyst, 88:* 468-470 (1963).

25. Nozawa, A., T. Ohnumh et T. Sekine, *Analyst, 101:* 543-548 (1976).

26. Shaver, R.S. et D.K. Guinan, "Textile Sludge Characterization" (1981).

ANNEXE A

Directives proposées pour les effluents d'usines textiles (1978)

Effluents d'usines textiles

(Directives proposées par Environnement Canada en 1978)

- Elles s'appliquent à toutes les usines textiles existantes;
- Elles limitent les quantités évacuées de DBO et de MST et précisent la valeur du pH de l'effluent ainsi que les conditions des tests de létalité aiguë;
- L'évacuation admissible de DBO est exprimée en kilogrammes de polluants par 1000 kilogrammes de fibres traitées dans un procédé industriel donné (voir tableau A-1);
- La moyenne arithmétique du dépôt quotidien réel de MST pour n'importe quel cycle de quatre jours d'exploitation, à l'intérieur d'une période comptable normale de l'usine, ne doit pas dépasser 8 kg/1000 kg de la production quotidienne moyenne de l'usine, plus 4,5 kg/1000 kg de laine brute dégraissée pendant ces quatre jours;
- Le pH de chaque échantillon instantané ou d'un échantillon instantané combiné d'effluent, mesuré conformément aux indications de la sous-section 3 (3), peut se situer entre 6,0 et 9,0;
- En ce qui concerne la létalité aiguë, le taux de survie doit être d'au moins 50 p. 100 et le bio-essai sera conduit selon la méthode précisée.

TABLEAU A-1 CHARGE MAXIMUM EN DBO

Procédé	Pour tissu et fibre de laine	Pour tissu et fibre de coton	Pour tissu et fibre artificielle	Remarques
Dégraissage de la laine brute	35,0	-	-	
Encollage et(ou) tissage sur métier à jets	0,2	0,2	0,2	Sujet à la condition 1
Prétraitement	-	-	5,0	Sujet à la condition 2
Désencollage	10,0	10,0	-	
Débouillissage	7,5	7,5	-	
Blanchiment	0,4	1,0	-	
Mercerisage	-	1,0	-	
Foulage	5,0	-	-	
Teinture	4,0	4,0	4,0	
Teinture avec véhiculeur de colorants	-	-	8,0	
Impression	4,0	4,0	4,0	
Impression de tapis	-	-	15,0	
Ennoblissement	0,3	0,3	0,3	

Remarque: Toutes les valeurs sont exprimées en kilogrammes de DBO par 1000 kilogrammes de fibre commerciale sèche traitée.

Conditions

1. Ces maxima ne s'appliquent pas à la fibre qui est encollée et désencollée à la même usine.

2. Dans le cas des fibres artificielles, un maximum pour le prétraitement est prévu pour toutes les fibres qui sont teintes ou imprimées, même si l'étape de prétraitement ne constitue pas une étape distincte du procédé.

ANNEXE B

Description détaillée de l'échantillonnage et des méthodes analytiques pour l'étude de 1985-86

Étude 1985-86

B.1 Méthodes d'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons composés pour l'analyse de tous les paramètres chimiques, à l'exception des matières organiques volatiles, a été effectué avec un échantillonneur automatique. On a utilisé les deux échantillonneurs à pompe péristaltique Sigma et Isco. Pour réduire au minimum le risque de contamination par le tube en caoutchouc de silicone de qualité médicale servant pour l'aspiration, sa longueur a été limitée à 30 cm. Le reste de la tuyauterie de l'échantillonneur était constitué d'un tube rigide en téflon de 1,2 cm de ϕ. Les récipients étaient des bonbonnes en pyrex de 20 l à goulot étroit, lavées avec un détergent organique, rincées trois fois avec de l'eau distillée, puis deux fois avec de l'acétone distillée dans le verre. L'embouchure des bonbonnes était recouverte d'une mince pellicule de téflon pour empêcher toute contamination avant, pendant et après leur utilisation.

Les échantillons de matières organiques volatiles étaient recueillis au hasard dans des bouteilles en verre couleur d'ambre de 250 ou 125 ml à la fin de chaque séquence de 24 h d'échantillonnage composé. Ils étaient donc représentatifs de l'instant où ils avaient été prélevés. Chaque bouteille était remplie jusqu'à débordement et recouverte d'une membrane de caoutchouc silicone à surface de téflon et d'un couvercle vissé, de façon à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air.

B.2 Méthodes analytiques

Le tableau B-1 résume les paramètres analytiques et les méthodes de préservation et d'analyse employées pour tous les échantillons d'eaux usées. Les boues étaient conservées dans des récipients en verre munis de couvercles garnis de téflon à l'intérieur, et réfrigérées jusqu'à l'analyse.

Pour éliminer les problèmes d'émulsion pendant l'extraction, le laboratoire Mann Testing a utilisé un système d'extraction liquide-liquide en continu, conçu spécialement pour les solvants plus lourds que l'eau. Ce système fonctionne à la manière d'une extraction au Soxhlet, par distillation du solvant à partir d'un réservoir collecteur jusqu'à un condenseur, d'où il s'égoutte dans un récipient renfermant l'échantillon. Le solvant plus lourd que l'eau tombe au fond de l'échantillon aqueux et forme une couche de solvant au fond du récipient, qui s'écoule par gravité et retourne au réservoir de solvant. Il faut généralement 24 heures pour que l'extraction soit complète. La figure B-1 illustre schématiquement l'appareil.

TABLEAU B-1 MÉTHODES DE PRÉSERVATION ET D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

Paramètre	Préservation		Méthode d'analyse
Surfactifs non ioniques	4 °C		Substances réagissant au thiocyanate de cobalt
DBO	4 °C		Méthodes normalisées APHA (15e édition)
DCO	H_2SO_4,	pH = 2	Méthodes normalisées APHA (15e édition)
pH	4 °C		Radiomètre pH - mètre
MST/MDT*	4 C		Méthodes normalisées APHA (15e édition)
Composés phénoliques (total)	H_3PO_4, plus $CuSO_4$	pH = 4	Amino-4 antipyrine, méthodes normalisées APHA (15e édition)
N-NH_3	H_2SO_4,	pH = 2	Micro Kjeldahl, méthodes normalisées APHA (15e édition)
Métaux	HNO_3,	pH = 2	Digestion avec HNO_3, spectra-Beckman DCP
Mercure	HNO_3,	pH = 2	Digestion avec HNO_3, absorption atomique avec génération de vapeur froide
Arsenic	HNO_3,	pH = 2	Digestion avec HNO_3, génération d'hydrure + absorption atomique
COV EPA	4 °C, 7 jours au maximum		Méthode EPA 624
Fraction acide (phénols) EPA	4 °C		Méthode EPA 625
Composés organiques, fraction basique/ neutre EPA	4 °C		Méthode EPA 625

* MDT = Matières dissoutes totales.

Il faut signaler deux points importants dans la méthode d'analyse par CPG/SM. L'interférence due aux surfactifs et aux colorants se produit aussi bien dans les extraits de la fraction acide que dans ceux de la fraction basique/neutre. Dans le cas de la fraction acide (phénols), les interférences n'ont pu être supprimées; il a donc fallu utiliser des extraits dilués plutôt que des extraits concentrés. Conséquence: la limite de détection de

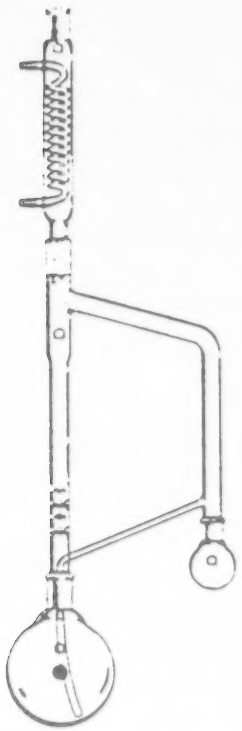


FIGURE B-1 APPAREIL D'EXTRACTION EN CONTINU K-584100

la méthode, généralement de 3 à 5 µg/l, a presque quintuplé; elle était de l'ordre de 15 à 25 µg/l. Dans le cas de la fraction basique/neutre, un fractionnement au Florosil a permis d'éliminer les interférences dues au colorant. Les taux d'extraction de polluants organiques d'intérêt prioritaire ont été vérifiés grâce à l'utilisation d'analogues deutérés, et ils se sont révélés excellents. Voici la description détaillée des méthodes d'analyse.

B.2.1 Composés volatils

a) Préparation de l'échantillonnage - Prélèvement et manipulation

Les échantillons d'eau pour les composés organiques volatils ont été prélevés dans des bouteilles en verre, couleur d'ambre, d'une capacité de 50 ml, munies de disques Tuf-bond et d'un couvercle vissé percé au centre pour introduire une seringue. Les bouteilles avaient été préalablement nettoyées et chauffées à 200 °C pendant au moins 4 heures, purgées à l'aide d'azote, et scellées au moyen de couvercles en silicone revêtus de PTFE et à tête ouvrante, avant leur transport jusqu'aux lieux d'échantillonnage.

Les bouteilles étaient remplies de façon à déborder légèrement, puis scellées en évitant toute présence de bulles d'air dans l'échantillon. Elles étaient ensuite immédiate-

ment envoyées aux laboratoires Mann Testing et conservées à 4 °C jusqu'au moment de l'analyse.

b) Préparation des solutions étalons

Les solutions mères ont été préparées par injection de la quantité appropriée de chaque polluant dans 25 ml de méthanol distillé dans le verre, contenu dans des fioles (Réacti) munies d'un dispositif Minnert qui assure une protection complète et un accès facile à l'aide d'une aiguille hypodermique. La concentration résultante de 1 mg/ml a encore été diluée pour donner des solutions de 400 µg/ml, 40 µg/ml et 4 µg/ml de chaque composé dans le méthanol. Les étalons gazeux ont été préparés de la même façon, soit par injection du composé gazeux grâce à une seringue de 10 ml hermétique aux gaz, dans une fiole (Réacti) remplie de 25 ml de méthanol, et préalablement pesée. L'aiguille de la seringue était légèrement au-dessus du ménisque pendant l'injection, ce qui a permis au gaz de se dissoudre rapidement dans le méthanol. La fiole a été repesée pour mesurer la quantité en solution.

Des étalons aqueux mixtes ont été préparés par injection de fractions appropriées d'étalon de méthanol dans des bouteilles d'échantillonnage de 250 ml remplies d'eau purifiée.

On a comparé les temps de rétention relative (TRR) à ceux de l'étalon interne, constitué de chlorobenzène deutéré (TRR = 1,00), qui éluait près du milieu du chromatogramme. Les limites de détection ont été déterminées par purge de mélanges étalons aqueux mixtes à diverses concentrations.

c) Appareillage

L'analyse des composés organiques volatils dans l'eau a été effectuée grâce à un concentrateur automatique UNACON 780B. Cet appareil sert à isoler et à concentrer les composés volatils pour l'analyse chromatographique. Généralement, la méthode comprend la purification de l'échantillon en milieu gazeux et l'adsorption des composés organiques sur un capteur, suivie de la désorption thermique et de l'analyse par CPG ou CPG/SM.

Le dispositif d'extraction pour l'échantillon comprenait une fiole munie d'un orifice latéral avec couvercle vissé à tête ouvrante et cloison Tuf-bond. Une fiole de 30 ml a permis d'obtenir les limites de détection indiquées. L'échantillon a été transféré dans la fiole par l'intermédiaire d'un tuyau, en comprimant l'échantillon dans la bouteille renversée et fixée à l'aide de pinces sur le côté de l'appareil. Le tuyau de transvasement était en téflon de 1/16" (1,6 mm), avec deux connecteurs Luer Lock à chaque extrémité. Deux aiguilles de calibre 17 ont permis de perforer les cloisons des deux bouteilles et de l'orifice latéral.

Avant le début de l'analyse, la fiole a été purgée à l'hélium pendant 5 minutes, en faisant tourner le dispositif de sécurité jusqu'en position "Trap-out". De cette façon, tout contaminant présent dans la fiole était extrait du système sans pénétrer dans le capteur. Une fraction appropriée d'eau était ensuite transférée dans la fiole et purgée pendant 15 minutes en mode "Trap-in". Le capteur a ensuite été soumis à une désorption avec rétrobalayage des composés organiques dans le second capteur. Une fois ce transfert terminé, le second capteur était à nouveau chauffé, libérant tous les composés organiques adsorbés dans le système capillaire CPG/SM pour l'analyse qualitative et le dosage.

La LDM (limite de détection de la méthode) dans la section des composés volatils est la limite à laquelle le composé peut être caractérisé et quantifié dans le corps de l'échantillon à l'aide de la méthode CPG/SM d'extraction et de captage.

d) Analyse et contrôle de la qualité

Avant l'analyse des échantillons, les étalons de référence ont été analysés pour vérifier les résultats donnés par l'appareil avec des étalons de concentrations connues. On

a ensuite analysé des témoins ayant passé dans l'appareil pour évaluer toute contamination possible de l'appareil. Des témoins de transport ont été analysés pour chaque série d'échantillons afin de mesurer toute contamination possible causée par le récipient qui contenait l'échantillon. Tous les dix échantillons étaient analysés en double pour vérifier la reproductibilité de l'analyse.

B.2.2 Composés extractibles

a) Caractérisation du composé étalon

Une solution étalon renfermant environ 1,0 ng/µl de chacun des polluants prioritaires choisis a été préparée et analysée par CPG/SM pour déterminer le mode de fragmentation, le temps de rétention relative (TRR) et le facteur relatif de réponse (FRR) pour chaque composé, comparativement à l'étalon interne, le D_{10}-phénanthrène. On a analysé cet étalon dilué à 10 p.p. milliard avant de procéder à l'analyse de l'échantillon proprement dit pour s'assurer d'un rendement optimal du système CPG/SM. La limite de détection (LD) est la teneur minimale à laquelle un composé peut être décelé et dosé. Ces valeurs ont été déterminées par comparaison de la réponse obtenue avec les étalons internes marqués et du niveau d'interférence naturelle dans la région du composé naturel correspondant. Les valeurs sont les moyennes obtenues à partir d'échantillons réels.

b) Pourcentage de récupération des composés cibles

Le pourcentage de récupération de composés cibles individuels a été déterminé par dopage de 1 litre d'eau distillée purifiée à une teneur de 20 p.p. milliard à l'aide du mélange étalon renfermant tous les composés visés. Les taux de récupération et les limites de détection de la méthode (LDM) sont donnés au tableau B-2.

TABLEAU B-2 LIMITES DE DÉTECTION ET POURCENTAGES DE RÉCUPÉRATION DE POLLUANTS ORGANIQUES D'INTÉRÊT PRIORITAIRE DE L'EPA (1 litre d'eau/20 p.p. milliard)

Composés acides	Poids moléculaire	Ion pour quantif.	TRR	LDM	% de récupération
Phénol	94	94	0,270	15	25,0
Chloro-2 phénol	142	142	0,390	10	40,6
Diméthyl-2,4 phénol	136	107	0,431	15	24,5
p-chloro-m-crésol	156	156	0,485	25	83,4
Dichloro-2,4 phénol	176	176	0,559	15	47,9
Trichloro-2,4,6 phénol	210	195	0,609	10	70,3
Nitro-2 phénol	153	153	0,609	15	29,6
Dinitro-2,4 phénol	198	91	0,772	15	16,5
Dinitro-4,6-o-crésol	212	265	0,921	25	77,5
Pentachlorophénol	280	280	0,962	25	80,9
Nitro-4 phénol	153	153	0,652	15	27,0

c) Extractions avec les échantillons

Pour vérifier l'efficacité de l'extraction avec les échantillons pris individuellement, chaque échantillon a été dopé à 20 p.p. milliard à l'aide d'un mélange de 11 composés deutérés, extractibles, acides, et de 19 composés deutérés basiques/neutres.

Pour vérifier l'efficacité de l'injection, tous les extraits ont été dopés avec 20 p.p. milliard de D_{10}-phénanthrène immédiatement avant l'analyse par CPG/SM.

i) Analyse et contrôle de la qualité

i) L'utilisation d'un mélange étalon d'étalons internes deutérés (tableau B-3) pour vérifier l'efficacité permet d'obtenir un haut niveau de confiance pour les résultats de toutes les extractions.

TABLEAU B-3 ÉTALONS INTERNES RADIOACTIFS

Composé	Dosage, ion naturel	Dosage, ion deutéré
Fraction acide		
Chloro-4 méthyl-3 phénol-2,6-D_2	142	144
Chloro-2 phénol-3,4,5,6-D_4	128	132
Dichloro-2,4 phénol-3,5,6-D_3	162	164
Diméthyl-2,4 phénol-3,5,6-D_3	122	125
Dinitro-4,6 méthyl-2 phénol-3,5-D_2	198	200
Dinitro-2,4 phénol-3,5,6-D_3	184	187
Nitro-2 phénol-3,4,5,6-D_4	139	143
Nitro-4 phénol-2,3,5,6-D_4	139	143
Pentachlorophénol-$^{13}C_6$	266	272
Phénol-2,3,4,5,6-D_5	94	99
Trichloro-2,4,6 phénol-3,5-D_2	196	198
Fraction basique/neutre		
Benz(a)anthracène-D_{12}	228	240
Phtalate-3,4,5,6-D_4 de benzyle et n-butyle	149	153
Bis(chloro-2 éthoxy)-D_8 méthane	93	101
Phtalate-3,4,5,6-D_4 de bis(éthyl-2 hexyle)	149	153
Dibenz(a,h)anthracène-D_{14}	278	292
Dichloro-1,2 benzène-D_4	146	153
Dichloro-1,4 benzène-D_4	146	153
Phtalate-3,4,5,6-D_4 de diméthyle	163	167
Dinitro-2,6 toluène-a,a,a-D_3	165	168
Nitrobenzène-D_5	123	128
Trichloro-1,2,3 benzène-4,5,6-D_3	180	183
Acénaphtène-D_{10}	154	164
Anthracène-D_{10}	178	188
Benzo(k)fluoranthène-D_{12}	252	264
Oxyde de bis(chloro-2 éthyle)-D_8	93	101
Chrysène-D_{12}	228	240
Fluorène-D_{10}	166	176
Naphtalène-D_8	128	136
Pyrène-D_{10}	202	212

ii) Des témoins de transport ont été analysés à tous les dix échantillons pour s'assurer qu'aucune contamination externe n'avait faussé les résultats observés.

iii) Avant l'analyse de l'échantillon, des étalons de référence renfermant une teneur de 10 p.p. milliard ont été analysés pour vérifier que l'appareil possédait la sensibilité requise. Des témoins de solvant ont été analysés entre les étalons et les échantillons pour vérifier toute contamination croisée possible. Des étalons de référence de diverses teneurs ont été analysés à tous les dix échantillons.

e) Caractérisation et dosage du composé cible

On a recherché les données CPG/SM relatives aux polluants choisis grâce à un programme informatique qui explorait les régions successives du chromatogramme, avec représentation des intensités ioniques des deux ions les plus abondants à la fois du composé cible et des étalons marqués éluant dans cette région. La nature des composés décelés a été vérifiée par des essais [illegible]els (correspondance avec le spectre de masse).

On a dosé les composés cibles par comparaison des hauteurs de pic du composé neutre avec celles de son étalon analogue marqué, lequel avait été utilisé pour doper l'échantillon à une teneur donnée. Dans le cas des composés cibles, dont il n'existait pas d'étalons correspondants marqués, on a pris pour le dosage l'étalon marqué qui éluait le plus près.

f) Méthode d'extraction

i) Un volume de 1 litre d'échantillon d'eau a été dopé à 20 p.p. milliard à l'aide d'un mélange d'étalons deutérés (l'échantillon a été agité, puis on l'a laissé reposer pendant 1 heure à la température de la pièce).

ii) Le pH a été ajusté à 11 à l'aide d'une solution de NaOH 6N, l'échantillon étant soumis à une extraction continue à l'aide d'un extracteur plus lourd que l'eau (figure B-2).

iii) Le pH a ensuite été abaissé à 2 à l'aide de HCl 6N, et on a laissé l'extraction se poursuivre pendant 24 heures supplémentaires pour extraire les composés acides et phénoliques.

iv) La fraction CH_2Cl_2 a été extraite à l'aide de 3 x 50 ml de NaOH 0,1N, puis séchée avec Na_2SO_4 (fraction basique/neutre). Les portions aqueuses ont été combinées et acidifiées, puis à nouveau soumises à une extraction avec 3 x 50 ml de CH_2Cl_2, suivie de déshydratation avec Na_2SO_4 (fraction phénolique).

v) Les produits d'extraction séchés ont été recueillis dans des évaporateurs Kuderna-Danish de 1 litre contenant 2 ml d'iso-octane, puis concentrés jusqu'à un volume d'environ 10 ml.

vi) Partage sur Florosil - fraction basique/neutre - une fraction de 1 ml de l'extrait de 10 ml a été introduite dans une petite colonne de fractionnement sur Florosil et éluée avec 10 ml de dichlorométhane.

vii) L'extrait a été concentré à 1 ml à l'aide d'azote et analysé par CPG/SM.

viii) On a procédé à la dérivatisation de la fraction phénolique à l'aide de diazométhane (3 p. 100 dans l'éther) et on l'a concentrée à 5 ml. L'analyse CPG/SM a été effectuée directement sur l'extrait de 5 ml.

ix) Appareillage de CPG/SM.

Des fractions de 1 µl des extraits de 1 ml ont été analysées pour la présence des polluants d'intérêt prioritaire visés, sur un système CPG/SM Finnigan 4500, fonctionnant schématiquement comme suit:

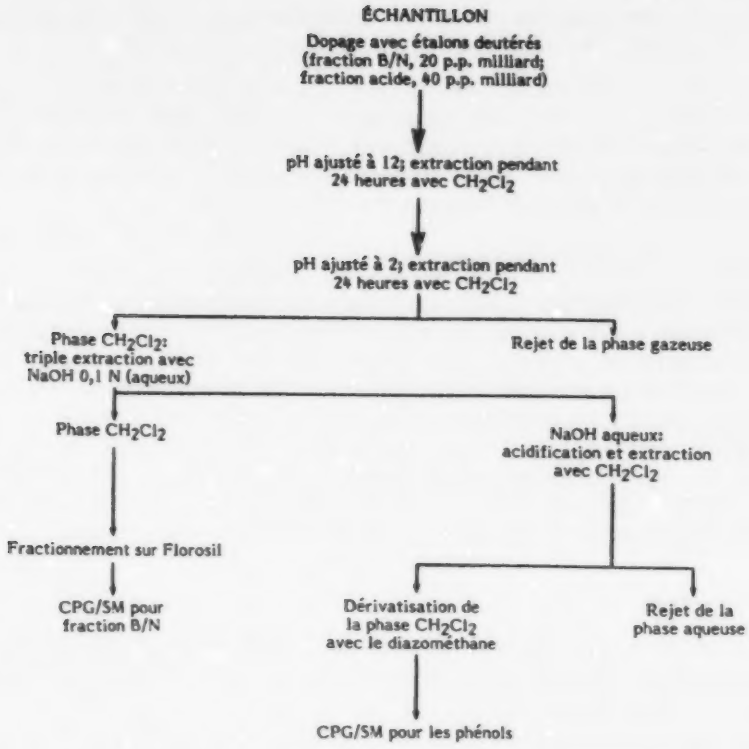


FIGURE B-2 MÉTHODE D'EXTRACTION

Toutes les injections ont été effectuées grâce à une technique sur colonne.

SPECTROMÈTRE DE MASSE

Multiplicateur électronique	-	1450 eV
Énergie d'ionisation	-	70 eV
Sensibilité	-	10^8 ampères/volt
Vitesse de balayage	-	2,25 ms/unité de masse
Intervalle de balayage	-	1 à 2000
Intervalle de masse	-	60 à 450 unités de masse atomique

Chromatographe en phase gazeuse, Finnigan

Appareil	-	Varien 3500
Colonne CPG	-	Capillaire DB-5 30 M
Programmation de la température CPG		
Initiale	-	50 °C (0,1 mn)
Finale	-	2850 °C (20 mn)
Vitesse	-	10 °C/mn
Temp. de l'orifice d'injection	-	250 °C
Gaz vecteur de la colonne	-	Hélium

B.3 Toxicité de l'effluent

Pour la détermination de la toxicité aiguë, on a conduit des bio-essais de 96 h en régime statique, effectués selon les principes décrits dans la *Méthode normalisée de contrôle de la toxicité aiguë des effluents* d'Environnement Canada (SPE-1-WP-80-1F), et dans la méthode normalisée ISO 7346/1 permettant de mesurer la toxicité pour le poisson. La toxicité aiguë pour chaque effluent a été évaluée d'après la teneur létale médiane 96 h (TL_{50}) (teneur qui en 96 h tue 50 p. 100 des poissons exposés à l'échantillon d'effluent).

De jeunes poissons arc-en-ciel (*Lebistes reticulatus*) (longueur moyenne de 38 ± 1,76 mm) ont servi pour les bio-essais. On a choisi cette espèce à cause du volume limité d'échantillon et la taille des poissons qui permettait d'utiliser des taux de charge appropriés. Le principal lot provenait d'un stock en bonne santé de Hartz Canada à Toronto. Les poissons ont été acclimatés dans un réservoir du laboratoire BEAK de Mississauga (température de l'eau 22 ± 1 °C) pendant deux mois avant les essais. En outre, avant chaque série d'essais, on choisissait des femelles gravides dans le stock et on les isolaient dans des chambres de reproduction; les nouveau-nés étaient recueillis 24 ou 48 heures plus tard pour les essais. Certains adultes ont donné du frai qui a servi pour les essais finals. Les truites arc-en-ciel utilisées pour les bio-essais comparatifs provenaient d'un lot en bonne santé d'Aquafarms, à Feversham, en Ontario. Les poissons ont été acclimatés au laboratoire BEAK de Mississauga dans un réservoir (température de l'eau 15 °C) pendant 14 jours avant les essais. Le tableau B-4 présente les caractéristiques qualitatives de l'eau du bain et de dilution.

Les essais de toxicité comprenaient une série logarithmique d'effluents et de teneurs en toxiques, auxquelles furent exposés 10 poissons pendant 96 heures. Le bain était aéré de façon à maintenir la teneur en oxygène dissous au-dessus de 8 mg/l. Un taux de charge de 0,5 l de solution d'essai/gramme de poisson/jour a été maintenu pendant toute la période d'exposition. Les essais ont été effectués dans des récipients en verre de 500 ml, dans lesquels on avait introduit 200 ml de solution d'essai maintenue à une température constante de 22 ± 1 °C. Un cycle de 12 heures de lumière/12 heures d'obscurité a été mis en oeuvre tout au long des essais. On a également procédé à des essais témoins au cours desquels les poissons furent exposés à de l'eau du robinet déchlorée de Mississauga dans les mêmes conditions expérimentales. Le tableau B-5 présente les caractéristiques des essais. L'oxygène dissous, le pH, la température et le taux de survie des poissons étaient mesurés quotidiennement dans chaque bain.

TABLEAU B-4 CARACTÉRISTIQUES DE L'EAU DE DILUTION (Eau du robinet déchlorée de Mississauga)

Paramètre chimique		mg/l
pH		7,4
Alcalinité		97
Dureté (exprimée en $CaCO_3$)		143
Conductivité (µ S/cm)		327
Azote ammoniacal		0,06
Chlore résiduel total		0,05
DCO		1,3 à 7,8
COD		0,5 à 3,0
COT		0,5 à 3,0
Analyse anionique	- Bromure	0,05
	Chlorure	33
	Fluorure	1,3
	N-nitrate	0,50
	N-nitrite	0,1
	O-phosphate-P	0,1
Analyse DCP	- Aluminium	0,06
	Bérylium	0,005
	Baryum	0,025
	Cadmium	0,005
	Calcium	43
	Chrome	0,005
	Cobalt	0,01
	Cuivre	0,005
	Fer	0,01
	Plomb	0,03
	Manganèse	0,01
	Magnésium	9,7
	Nickel	0,01
	Potassium	1,9
	Argent	0,01
	Strontium	0,20
	Sodium	16,1
	Vanadium	0,005
	Zinc	0,010

TABLEAU B-5 CARACTÉRISTIQUES DES BIO-ESSAIS DE TOXICITÉ AIGUË

Type d'essai	Statique
Température de l'essai	22 ± 1, °C
Volume du bain	200 ml
Cycle d'éclairage	12 heures de lumière/12 heures d'obscurité
Organismes d'essai	Poissons arc-en-ciel (*Lebistes reticulatus*)
Source du stock	Hartz Canada Ltd., Ontario
Numéro du stock	C6-1-85
Période d'acclimatation du stock (jours)	60
Longueurs des poissons (mm)	15 à 23
Poids des poissons (g)	0,045 à 0,075
Taux de charge (l/g/j)	0,5
Sensibilité au toxique de référence	
Pentachlorophénate de sodium	
TL_{50} (mg/l)	0,31
intervalle de confiance de 95 %	0,23 à 0,44
Rexol 25/7	
TL_{50} (mg/l)	13
intervalle de confiance de 95 %	10 à 16
Rexonique N91-6	
TL_{50} (mg/l)	15
intervalle de confiance 95 %	1 à 20

ANNEXE C

Résultats analytiques

TABLEAU C-1 RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR L'USINE A (Étude de dépistage des substances toxiques 1981-82)

Échantillon/fraction	Lab. d'Environnement Canada (région de l'Atlantique)	Lab. du CTEU	Lab. KER
Échantillon nº 01 (Eaux brutes)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 03 (Eaux résiduaires de l'atelier de teinture)			
Fraction acide			
chloro-4 méthyl-3 phénol	32 p.p. milliard	14 p.p. milliard	38 p.p. milliard
phénol	28 p.p. milliard	< 25 p.p. milliard	42 p.p. milliard
Fraction neutre			
naphtalène	12 p.p. milliard	10 p.p. milliard	< 2 p.p. milliard
phtalate de di-n-butyle	N.A.	10 p.p. milliard	< 2 p.p. milliard
phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	N.A.	60 p.p. milliard	246 p.p. milliard
Échantillon nº 04 (Effluent de l'épuration primaire)			
Fraction acide		Tous les paramètres < 25 p.p. milliard	
pentachlorophénol	N.A.	< 25 p.p. milliard	70 p.p. milliard
Fraction neutre			
naphtalène	21 p.p. milliard	16 p.p. milliard	29 p.p. milliard
phtalate de di-n-butyle	N.A.	8 p.p. milliard	< 2 p.p. milliard
phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	N.A.	56 p.p. milliard	408 p.p. milliard
n-nitrosodiphénylamine	N.A.	< 10 p.p. milliard	16 p.p. milliard
Échantillon nº 05 (Effluent terminal)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.

N.A. = Non analysé.

TABLEAU C-2 RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR L'USINE B (Étude de dépistage des substances toxiques 1981-82)

Échantillon/fraction	Lab. d'Environnement Canada (région de l'Atlantique)	Lab. du CTEU	Lab. KER
Échantillon nº 6 (Eaux brutes)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 7 (Eaux résiduaires)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 8 (Effluent terminal)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.

N.A. = Non analysé.

TABLEAU C-3 RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR L'USINE C (Étude de dépistage des substances toxiques 1981-82)

Échantillon/fraction	Lab. d'Environnement Canada (région de l'Atlantique)	Lab. du CTEU	Lab. KER
Échantillon nº 6 (Eaux brutes)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre			
trichloro-1,2,4 benzène	15 p.p. milliard	24 p.p. milliard	
naphtalène	17 p.p. milliard	12 p.p. milliard	
méthyl-1 naphtalène	N.A.	94 p.p. milliard	
phtalate de di-n-butyle	N.A.	58 p.p. milliard	
phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	N.A.	83 p.p. milliard	
Échantillon nº 2 (Effluent de l'épuration primaire)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 3 (Effluent terminal)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 4 (Eaux brutes)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.

N.A. = Non analysé.

TABLEAU C-4 RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR L'USINE D (Étude de dépistage des substances toxiques 1981-82)

Échantillon/fraction	Lab. d'Environnement Canada (région de l'Atlantique)	Lab. du CTEU	Lab. KER
Échantillon nº 30 (Eaux brutes)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 31 (Eaux résiduaires de la teinture)			
Fraction acide		Tous les paramètres < 25 p.p. milliard	
nitro-4 phénol	N.A.	< 25 p.p. milliard	116 p.p. milliard
phénol	< 20 p.p. milliard	< 25 p.p. milliard	20 p.p. milliard
Fraction neutre			
trichloro-1,2,4 benzène	21 p.p. milliard	32 p.p. milliard	
naphtalène	139 p.p. milliard	132 p.p. milliard	
fluorène	N.A.	22 p.p. milliard	
méthyl-1 naphtalène	N.A.	8 p.p. milliard	
méthyl-2 naphtalène	N.A.	16 p.p. milliard	
phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	N.A.	64 p.p. milliard	
Échantillon nº 32 (Eaux usées de l'apprêt au latex)			
Fraction acide	Échantillon perdu		
Fraction neutre	< 20 p.p. milliard		

N.A. = Non analysé.

TABLEAU C-5 RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR L'USINE E (Étude de dépistage des substances toxiques 1981-82)

Échantillon/fraction	Lab. d'Environnement Canada (région de l'Atlantique)	Lab. du CTEU	Lab. KER
Échantillon nº 8 (Eaux résiduaires de l'impression au cadre rotatif)			
Fraction acide		Tous les paramètres < 25 p.p. milliard	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 9 (Eaux résiduaires de la teinture en continu)			
Fraction acide		Tous les paramètres < 25 p.p. milliard	Tous les paramètres < 2 p.p. milliard
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 10 (Eaux brutes)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.

N.A. = Non analysé.

TABLEAU C-6 RÉSULTATS ANALYTIQUES POUR L'USINE F (Étude de dépistage des substances toxiques 1981-82)

Échantillon/fraction	Lab. d'Environnement Canada (région de l'Atlantique)	Lab. du CTEU	Lab. KER
Échantillon nº 11 (Eaux brutes)			
Fraction acide	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Fraction neutre	Tous les paramètres < 20 p.p. milliard	N.A.	N.A.
Échantillon nº 12 (Effluent du dégrillage)			
Fraction acide			
phénol	33 p.p. milliard	65 p.p. milliard	
Fraction neutre			N.A.
naphtalène	17 p.p. milliard	37 p.p. milliard	
phtalate de di-n-butyle	N.A.	246 p.p. milliard	
phtalate de di-n-octyle	N.A.	40 p.p. milliard	
phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	N.A.	206 p.p. milliard	
Échantillon nº 13 (Effluent terminal)			
Fraction acide			N.A.
phénol	57 p.p. milliard	63 p.p. milliard	
Fraction neutre			N.A.
naphtalène	14 p.p. milliard	21 p.p. milliard	
phtalate de di-n-butyle	N.A.	49 p.p. milliard	
phtalate de di-n-octyle	N.A.	16 p.p. milliard	
phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	N.A.	74 p.p. milliard	

N.A. = Non analysé.

TABLEAU C-7 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants conventionnels et métaux) POUR L'USINE A (Étude 1985-86)

	Eaux brutes				Effluent terminal			
Paramètre*	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
pH (unités)	10,9	12,3	12,4	11,9	9,5	10,1	11,4	10,3
DCO	1090	1480	1080	1220	1070	1520	1140	1240
DBO	390	730	370	500	350	750	390	500
Solides en suspension (total)	55	51	90	65	220	187	159	190
Solides dissous (total)	990	2900	2800	2230	1770	1720	1780	1760
Surfactifs non ioniques (total)	5,6	6,9	5,8	6,1	2,4	2,3	4,7	3,1
Phénols	0,066	0,065	0,082	0,071	0,027	0,031	N.A.	0,029
Azote ammoniacal	1,50	0,57	0,66	0,91	22	20	N.A.	21
Zinc	0,050	0,045	0,085	0,06	0,115/0,13	0,105	0,105/0,11	0,112
Cadmium	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005/0,01	0,005	0,005/0,01	0,007
Manganèse	0,03	0,03	0,02	0,03	0,099/0,10	0,08	0,08	0,09
Cobalt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01/0,02	0,01	0,01/0,02	0,01
Cuivre	0,060	0,040	0,055	0,05	0,145/0,14	0,12	0,120/0,13	0,13
Fer	0,62	0,34	0,34	0,43	3,5/3,6	3,0	3,3/3,2	3,3
Plomb	0,07	0,01	0,01	0,03	0,07/0,04	0,10	0,06/0,04	0,07
Chrome	0,010	0,010	0,010	0,01	0,20/0,04	0,02	0,02/0,04	
Nickel	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02/0,04	0,02
Mercure (µg/l)	0,65	0,65	0,72	0,67	0,95	0,79	0,90	0,88
Arsenic (µg/l)	11,0	2,5	2,0	5,2	14,0	11,0	6,5	10,5
TL_{50} - 96 h (%)	100	18	26	48	115	115	N.A.	115

* Teneur mesurée en mg/l, à moins d'indication contraire.
N.A. = Il n'y avait aucun échantillon pour l'analyse.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-8 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants organiques d'intérêt prioritaire) POUR L'USINE A (Étude 1985-86)

	À l'entrée de l'étang d'aération				Effluent du clarificateur			
Composé*	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
Trichloro-1,1,1 éthane	N.D.	1,0	1,3	0,8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Trichloréthylène	N.D.	Tr	1,1	0,5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Toluène	93,0	26,5	37,8	52,4	6,4	2,4	2,0	3,6
Tétrachloréthylène	3,2	12,0	18,2	11,1	Tr	Tr	Tr	Tr
Éthylbenzène	986	50,7	69,6	152	18,9	2,4	1,8	7,7
Dichloro-1,4 benzène	-	3,1	N.D.	1,6	3,3	Tr	-	1,9
Phénol	Tr	30,4	Tr	-	Tr	Tr	Tr	-
Naphtalène	-	6,6	Tr	3,8	14,2	4,1	-	9,2
Phtalate de di-n-butyle	-	9,;	4,4	7,1	3,2	5,4	-	4,3
Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	-	6,6	13,9	10,3	19,5	6,6	-	13,1

* Teneur mesurée en µg/l.
N.D. = Non détecté. Tr = Traces.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-9 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants conventionnels et métaux) POUR L'USINE B (Étude 1985-86)

	À l'entrée de l'étang aéré				Effluents de l'étang aéré			
Paramètre*	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
pH (unités)	12,2	12,0	12,0	12,1	10,6	10,7	10,5	10,6
DCO	1870/1940	1410	1180	1600	1510	870	920	1100
DBO	650	380	360	460	102	78	66	82
Solides en suspension (total)	104	86	103	98	127	70	124/127	112
Solides dissous (total)	2800	2400	2200	2470	2200	2300	2200	2230
Surfactifs non ioniques (total)	4,5	7,5	7,4	6,5	4,0	3,6	1,9/2,2	3,2
Phénols	0,14	0,15	0,12	0,14	0,12	0,078	0,091/0,092	0,097
Azote ammoniacal	2,1	2,0	0,94	1,7	2,2	2,2	1,7	2,0
Zinc	0,16/0,24	0,34	0,24	0,26	0,34	0,22	0,28/0,32	0,29
Cadmium	0,01/0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01/0,02	0,02
Manganèse	0,02/0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02/0,05	0,03
Cobalt	0,02/0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02/0,05	0,03
Cuivre	0,04/0,02	0,6	0,10	0,24	0,10	0,07	0,07/0,06	0,08
Fer	0,30/0,30	0,44	0,66	0,47	0,28	0,16	0,32/0,30	0,25
Plomb	0,02/0,05	0,02	0,06	0,04	0,04	0,08	0,04/0,05	0,05
Chrome	0,01/0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02/0,02	0,02
Nickel	0,02/0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02/0,05	0,03
Mercure (µ g/l)	1,78	0,34	1,36/1,03	1,10	0,68	0,96	0,82	0,82
Arsenic (µ g/l)	24	5	5	11	5/4	4	4	4
TL_{50} - 96 h (%)	39	66	56	54	N.L.	100	96	99

* Teneur mesurée en mg/l, à moins d'indication contraire.
N.L. = Non létal.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-10 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants organiques d'intérêt prioritaire) POUR L'USINE B (Étude 1985-86)

	À l'entrée de l'étang aéré				Effluent de l'étang aéré			
Composé*	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
Dichloro-1,2 éthane	N.D.	1,5	N.D.	0,5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Trichloro-1,1,1 éthane	N.D.	Tr	1,2	0,6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Trichloréthylène	N.D.	N.D.	1,1	0,4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Toluène	2,1	1,6	0,3	1,3	0,7	0,2	0,3	0,4
Tétrachloréthylène	3,0	1,0	86	30	N.D.	N.D.	1,7	0,6
Éthylbenzène	121	24,9	1,1	49	0,8	11,7	2,5	5,0
Phénol	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	N.D.	< 15
p-chloro-m-crésol	55,8	68,9	N.D.	< 15	289,6	N.D.	232,6	174,1
Pentachlorophénol	N.D.	< 15	N.D.	< 15	< 15	N.D.	< 15	< 15
Dichloro-1,4 benzène	Tr	1,2	N.D.	0,6	N.D.	N.D.	1,0	0,3
Naphtalène	N.D.	1,1	1,6	0,9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Phtalate de di-n-butyle	3,2	3,5	2,9	3,2	3,5	10,1	4,8	6,1
Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	4,5	10,9	6,4	7,3	15,9	7,2	11,0	11,4

* Teneur mesurée en µg/l.
N.D. = Non détecté. Tr = Traces.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-11 RÉSULTATS ANALYTIQUES (boues de l'étang aéré) POUR L'USINE B (Étude 1985-86)

	Point de prélèvement des boues	
	Près de l'entrée	Près de la sortie
Polluants conventionnels et métaux µg/g (poids sec)		
Zinc	1440/1420	920
Cadmium	6/9	6
Manganèse	78/78	58
Cobalt	10/12	9
Cuivre	149/151	149
Fer	5500/5300	4200
Plomb	92/93	102
Chrome	154/147	220
Nickel	64/66	87
Mercure	0,070/0,075	0,050
Arsenic		
Azote total Kjeldahl	8200	11 000/11 000
Teneur en eau (%)	87,1	90,9
Composés organiques volatiles, µg/l		
Dichlorométhane	66,4	< 1,0
Benzène	1,8	1,2
Toluène	14,4	15,0
Éthylbenzène	33,1	24,3
Dichloro-1,4 benzène	14,9	19,0
Dichloro-1,2 benzène	2,9	5,1
Composés organiques de la fraction acide		
Phénol	3,9	2,4
Composés organiques de la fraction neutre		
Phtalate de butyle et de benzyle	3,8	< 2,0
Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	138,1	174,2

TABLEAU C-12 RÉSULTATS ANALYTIQUES PROVENANT D'UNE ÉTUDE SÉPARÉE* À L'USINE B

	Eau arrivant à l'étang aéré				Effluent de l'étang d'aération			
Paramètre**	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
DBO	410	370	440	406	67	38	52	52
DCO	1400	1200	1400	1333	490	600	1300	796
MST	140	100	-	120	140	150	170	153
Huiles et graisses	13	10	< 5	-	< 5	< 5	-	-
Fer	0,99	0,73	0,38	0,70	0,41	0,57	0,46	0,48
Chrome	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Cuivre	< 0,025	0,065	0,111	-	< 0,025	< 0,025	0,041	-
Nickel	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Plomb	< 0,025	< 0,025	< 0,025	-	< 0,025	< 0,025	< 0,025	-
Cadmium	0,012	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-
Zinc	0,517	0,056	0,099	0,224	0,217	0,213	0,363	0,264

* Étude conduite par un bureau régional d'Environnement Canada, en 1985.
** Teneurs mesurées en mg/l.

TABLEAU C-13 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants conventionnels et métaux) POUR L'USINE E (Étude 1985-86)

Paramètre*	Effluent principal				Effluent de l'apprêt au latex			
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
pH (unités)	7,0	6,8	7,1	7,0	7,6	7,9	7,2	7,6
DCO	720	930/1100	1240	1000	14 800/20 000	21 000	12 900	22 900
DBO	220	500	230	320	168	260	160	196
Solides en suspension (total)	17	24	30/28	23	1340	1080	4050	2160
Solides dissous (total)	520	600	500/50	540	4500	6100	720	3770
Surfactifs non ioniques (total)	105	120	78	101	0,1	0,2	0,2	0,2
Phénols	0,053	0,12/0,10	0,063	0,075	0,025	0,031	0,086	0,071
Azote ammoniacal	28	40	30	33	45	55	44/42	48
Zinc	0,01	0,03	0,05	0,03	0,05/0,03	0,20	0,10/0,05	0,10
Cadmium	0,01	0,01	0,01	0,01		0,05	0,05	0,05
Manganèse	0,12	0,10	0,10	0,10	0,05/0,10	0,15	0,10	0,09
Cobalt	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Cuivre	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Fer	0,12	0,22	0,08	0,14	2,7	5,3	3,1/2,9	3,7
Plomb	0,12	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Chrome	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Nickel	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Mercure (µ g/l)	0,04	0,02	0,01	0,02	0,1	0,3	0,1	0,02
Arsenic (µ g/l)	-	-	-	-	10	10	10	10
TL_{50} - 96 h (%)	N.L.	N.L.	71	-	32	N.L.	-	-

* Teneur mesurée en mg/l, à moins d'indication contraire.
N.L. = Non létal.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-14 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants organiques d'intérêt prioritaire) POUR L'USINE E (Étude 1985-86)

	Effluent principal				Effluent de l'apprêt au latex			
Composé*	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
Chloroforme	3,1	2,4	Tr	2,0	2,2	3,1	6,1	3,8
Trichloro-1,1,1 éthane	N.D.	0,9	N.D.	Tr	1,1	Tr	N.D.	Tr
Bromodichlorométhane	1,4	1,6	N.D.	1,0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Toluène	Tr	Tr	N.D.	Tr	0,5	Tr	1,5	0,8
Éthylbenzène	N.D.	N.D.	Tr	Tr	4,2	3,6	11,2	6,3
Phénol	Tr	-	-	-	Tr	-	-	-
Pentachlorophénol	-	19,3	Tr	-	-	-	-	-
Dichloro-1,4 benzène	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	36,6	30,1	40,9	35,9
Dichloro-1,2 benzène	N.D.	N.D.	N.D.	-	-	112,5	78,5	95,5
Naphtalène	N.D.	N.D.	N.D.	-	-	14,6	5,3	10,0
Fluorène	N.D.	Tr	N.D.	Tr	-	N.D.	2,4	1,2
Phtalate de di-n-butyle	2,3	9,2	12,6	8,0	-	5,7	4,9	5,3
Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	0,6	7,1	5,7	4,5	-	32,1	8,9	20,5

* Teneur mesurée en µg/l.
N.D. = Non détecté. Tr = Traces.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-15 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants conventionnels et métaux) POUR L'USINE F (Étude 1985-86)

	Échantillon mixte du tamisage grossier*			Échantillon mixte de l'effluent terminal			
Paramètre**	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
pH (unités)	7,2	7,1	7,2	7,1	7,2	7,5	7,3
DCO	490	290/300	360	650	440	440/390	500
DBO	154	75	115	300	200	132	210
Solides en suspension (total)	48	62	55	61/70	70	40	59
Solides dissous (total)	2000	2300	2150	2200	3300/3000	3200	2850
Surfactifs non ioniques (total)	69/75	37/38	55	145	59	60	88
Phénols	0,052	0,030	0,041	0,133/0,131	0,053	0,054	0,080
Azote ammoniacal	19,2	18,0	18,6	31	15,7	19,2	22,0
Zinc	0,10/0,11	0,18	0,14	0,16	0,26	0,12	0,18
Cadmium	0,005/0,01	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005
Manganèse	0,02	0,05	0,035	0,04	0,04	0,04	0,04
Cobalt	0,01/0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cuivre	0,020	0,035	0,028	0,055	0,035	0,045	0,045
Argent	0,01/0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fer	0,38/0,39	1,12	0,075	0,68	0,85	1,34	0,96
Plomb	0,01/0,02	0,03	0,02	0,05	0,06	0,07	0,06
Chrome	0,05/0,04	0,10	0,07	0,06	0,23	0,07	0,12
Nickel	0,01/0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Mercure (µg/l)	0,05	0,12	0,08	0,01	0,49	0,10/0,22	0,22
Arsenic (µg/l)	1	1	1	1	1	2	1
TL_{50} - 96 h (%)	75	100	88	45	N.L.	70	

* L'échantillon du jour 1 a été omis en raison d'une défaillance de l'échantillonneur.
** Teneur mesurée en mg/l, à moins d'indication contraire.
N.L. = Non létal.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-16 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants organiques d'intérêt prioritaire) POUR L'USINE F (Étude 1985-86)

Composé*	Eaux usées brutes				Effluent du bassin d'équilibre			
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
Trichloro-1,1,1 éthane	Tr	2,1	5,3	2,6	Tr	2,1	N.D.	0,9
Trichloréthylène	N.D.	N.D.	Tr	Tr	3,4	N.D.	N.D.	1,1
Toluène	N.D.	0,6	1,4	0,8	0,5	0,5	1,5	0,8
Tétrachloréthylène	N.D.	1,2	1,1	0,8	N.D.	3,4	1,5	1,6
Éthylbenzène	6,5	7,7	38,2	17,5	Tr	1,8	23,8	8,6
Dichloro-1,4 benzène	-	2,7	N.D.	-	N.D.	1,6	N.D.	-
Naphtalène	-	5,2	2,3	2,9	15,4	5,3	5,1	8,6
Fluorène	-	N.D.	N.D.	-	2,9	Tr	N.D.	-
Phtalate de di-n-butyle	-	7,1	29,8	13,4	318,1	5,9	148,9	158
Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	-	96,4	24,4	48,7	71,3	25,4	23,7	40,1
Phénol	Tr	Tr	Tr	Tr	26,9	26,4	-	17,8
Chloro-2 phénol	N.D.	Tr	N.D.	Tr	Tr	N.D.	Tr	Tr
Diméthyl-2,4 phénol	Tr	N.D.	15,9	Tr	Tr	N.D.	N.D.	Tr
Nitro-2 phénol	Tr	N.D.	N.D.	Tr	N.D.	N.D.	N.D.	-
Dinitro-2,4 phénol	Tr	N.D.	N.D.	Tr	Tr	N.D.	N.D.	Tr
Pentachlorophénol	N.D.	Tr	N.D.	Tr	N.D.	N.D.	N.D.	-

* Teneur mesurée en µg/l.
N.D. = Non détectée. Tr = Traces.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-17 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants conventionnels et métaux) POUR L'USINE G (Étude 1985-86)

Paramètre*	Effluent du secteur sous-vêtements				Effluent du secteur articles de bonneterie			
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
pH (unités)	9,2	9,0	9,4	9,2	7,7	7,8	7,8	7,8
DCO	980/970	720/670	220	630	390	490	450	440
DBO	117	76	57	83	69	85	60	71
Solides en suspension (total)	108	152	55	105	71	49	69	63
Solides dissous (total)	2090	3200	2200/2100	2480	1370	103	137	540
Surfactifs non ioniques (total)	16	12	16	15	20	28	24/23	24
Phénols	0,049/0,055	0,052	0,015	0,040	0,24	0,24	0,20	0,23
Azote ammoniacal	1,00	0,54	0,32/0,30	0,62	17	26	26	23
Zinc	0,06/0,03	0,08	0,06/0,08	0,07	0,35	0,04	0,82	0,40
Cadmium	0,01/0,02	0,01	0,01/0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Manganèse	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
Cobalt	0,01/0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cuivre	0,10	0,03	0,03	0,02	0,07	0,05	0,06	0,06
Fer	0,15/0,09	0,28	0,21/0,18	0,02	0,07	0,10	0,05	0,07
Plomb	0,06/0,02	0,07	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Chrome	0,01/0,02	0,01	0,01	0,01	0,09	0,12	0,11	0,11
Nickel	0,01/0,02	0,01	0,01/0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mercure (µ g/l)	0,10/0,15	0,05	0,05	0,08	0,20	0,05	0,05	0,10
Arsenic (µ g/l)	5/4	4	1/1	3	1	2	3	2
TL_{50} - 96 h (%)	59	61	100	75	43	17	66	42

* Teneur mesurée en mg/l, à moins d'indication contraire.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

TABLEAU C-18 RÉSULTATS ANALYTIQUES (polluants organiques d'intérêt prioritaire) POUR L'USINE G (Étude 1985-86)

Composé*	Effluent du secteur sous-vêtements				Effluent du secteur articles de bonneterie			
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Moyenne
Dichloro-1,1 éthylène	N.D.	N.D.	-	N.D.	29,9	8,1	3,6	13,9
Chloroforme	34,0	1,7	-	17,8	448	221	81,7	250
Trichloro-1,1,1 éthylène	N.D.	N.D.	-	N.D.	44,8	26,8	23,5	31,7
Tétrachloréthylène	N.D.	N.D.	-	N.D.	1,7	1,4	Tr	1,2
Phénol	-	15,0	21,5	12,2	-	58,6	46,1	34,9
Diméthyl-2,4 phénol	-	-	-	-	-	-	Tr	-
Dichloro-2,4 phénol	Tr	-	-	-	-	Tr	Tr	-
Nitro-2 phénol	-	-	-	-	Tr	Tr	Tr	-
Naphtalène	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	19,9	7,2	3,5	10,2
Phtalate de di-n-butyle	5,1	N.D.	3,5	2,9	20,9	23,1	N.D.	14,7
Phtalate de bis(éthyl-2 hexyle)	4,9	4,0	9,6	6,2	3,2	4,7	0,5	2,8

* Teneur mesurée en µg/l.
N.D. = Non détectée. Tr = Traces.
Remarque: L'annexe B donne une description détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

ANNEXE D

Questionnaire utilisé pour l'étude de 1985-86

Questionnaire envoyé aux usines textiles (Étude 1985-86)

Nom de la compagnie: _____

Nom de l'usine: _____ Téléphone: _____

_____ Personnes-ressources: _____

Adresse: _____ _____

_____ _____

_____ _____

A. FABRICATION

1. Fibres/fils utilisés:

_____ Laine
_____ Coton
_____ Acétate

_____ Acrylique
_____ Modacrylique
_____ Nylon

_____ Polyester
_____ Rayonne
_____ Autres

2. Procédés:

Encollage: _____

Tissage:
_____ Large
_____ Étroit

Non-tissés:
_____ Liage chimique
_____ Liage mécanique
_____ Liage thermique

Fabrication du tuft: _____

Tricotage:
_____ Circulaire
_____ Guipage

Teinture:
_____ Sur fil (par espacement ou en écheveaux)
_____ Sur tissu
_____ Sur bobines

Préparation:
_____ Blanchiment
_____ Débouillissage
_____ Lavage à fond
_____ Carbonisage
_____ Mercerisage

Apprêt:
_____ Assouplissement
_____ Imperméabilisation
_____ Ignifugation
_____ Passage sur rame

Impression:
_____ Au rouleau
_____ Au cadre
_____ Autres

_____ Antimoisissure
_____ Wash and Wear
_____ Pressage permanent
_____ Autres

Colorants:

Acides _____
Cationiques _____
Directs _____
Plastosolubles _____
Autres _____

Au soufre _____
De cuve _____
Réactifs _____
De développement _____

3. Produits finals:

Pièces écrues:
_____ Tricotées
_____ Tapis de tuft
_____ Tissées

Produits ennoblis:
_____ Tricotés
_____ Tapis de tuft
_____ Tissés

Fils teints: _____ Autres: _____

4. Volume de production: _____ (moyenne hebdomadaire)
_____ (maximum hebdomaire)

5. Opération: _____ heures/semaine
_____ équipes/jour

6. Nombre d'employés: _____
7. Consommation d'eau de fabrication: _____
8. Consommation d'eau à d'autres fins: _____
9. Source d'approvisionnement en eau: _____

_____ Municipale
_____ Eau de surface

_____ Eau souterraine
_____ Autres

B. PRODUITS CHIMIQUES ET COLORANTS UTILISÉS

Nom	Utilisé comme

C. EAUX USÉES

1. Débit:

Moyenne _____ (journalière)
Maximum _____ (journalier)

2. Provenance des eaux usées:

_____ % procédés de fabrication
_____ % installations sanitaires _____ % autres

3. Qualité de l'effluent:

DBO	_____	mg/l	Température	_____	°C
DCO	_____	mg/l	Huiles et graisses	_____	mg/l
MST	_____	mg/l	Azote	_____	mg/l
Chrome	_____	mg/l	Phosphore	_____	mg/l
Phénol	_____	mg/l	Alcalinité	_____	mg/l
Sulfure	_____	mg/l	Autres (préciser)	_____	mg/l
Couleur	_____	unités ADMI*			
pH	_____	unités			

* ADMI = American Dye Manufacturer's Institute

Autres (préciser):

_____ _____ mg/l
_____ _____ mg/l
_____ _____ mg/l

4. Points de rejet possibles:

Cours d'eau récepteur _____
Réseau d'égouts municipal _____
Autres _____

5. Surveillance:

Fréquence _____
Aucune _____

6. Installations d'épuration en place:

Traitement physique préalable:

_____ Égalisation
_____ Dégrillage/tamisage
_____ Pré-aération
_____ Décantation
_____ Flottation
_____ Contrôle de la température
_____ Autres (préciser)

Épuration biologique:

_____ Bassins d'équilibre
_____ Boues activées
_____ Lit ruisselant
_____ Étang aéré
_____ Bassin anaérobie
_____ Dénitrification
_____ Autres (préciser)

Épuration poussée:

_____ Adsorption sur charbon actif
_____ Électrodialyse
_____ Échange ionique
_____ Extraction au solvant
_____ Osmose inverse
_____ Moussage
_____ Épuration électrochimique
_____ Autres (préciser)

D. Boues

1. Sources:

Boues d'épuration _____
Autres (préciser) _____

2. Volume/poids des boues produites:

Moyenne (journalière, hebdomadaire ou mensuelle) _____
Maximum (journalier, hebdomadaire ou mensuel) _____

3. Polluants présents dans les boues (préciser la teneur si possible):

Métaux lourds _____
Hydrocarbures chlorés _____
Autres (préciser) _____

4. **Élimination:**

_____ Bassin de retenue
_____ Combustion sèche
_____ Combustion humide
_____ Épandage
_____ Transfert à l'extérieur de l'usine
_____ Autres (préciser)

E. DÉCHETS SOLIDES

_____

Genre/quantité/polluants/élimination

_____

_____

F. ÉMISSIONS

1. **Types et sources:**

Brouillards d'huiles _____ Sources _____
Vapeurs de solvants _____ Sources _____
Particules _____ Sources _____
Autres (préciser) _____ Sources _____

2. **Surveillance:**

Fréquence _____
Aucune _____

3. **Moyens utilisés pour contrôler les émissions:**

Des dispositifs antipollution sont utilisés pour contrôler les émissions de _____
(Décrire brièvement le dispositif antipollution.)

_____

_____

_____

_____

ANNEXE E

**Limites possibles avec les meilleures techniques utilisables (BPT)
et les meilleures techniques existantes (BAT),
établies par l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis
pour les effluents des usines textiles**

E.1 Sous-catégorie ennoblissement de la laine

i) Limites possibles avec les BPT, en kg/1000 kg de fibre

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DBO	22,4	11,2
DCO	163,0	81,5
MST	35,2	17,6
Sulfure	0,28	0,14
Phénols	0,14	0,07
Chrome (total)	0,14	0,07
pH	6 à 9	6 à 9

ii) Limites possibles avec les BAT, en kg/1000 kg de fibre

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DCO	163,0	81,5
Sulfure	0,28	0,14
Phénols	0,14	0,07
Chrome (total)	0,14	0,07

E.2 Sous-catégorie ennoblissement des étoffes tissées

i) Limites possibles avec les BPT, en kg/1000 kg de produit

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DBO	6,6	3,3
DCO	60,0	30,0
MST	17,8	8,9
Sulfure	0,20	0,10
Phénols	0,10	0,05
Chrome (total)	0,10	0,05
pH	6 à 9	6 à 9

ii) Limites possibles avec les BAT, en kg/1000 kg de produit

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DCO	60,0	30,0
Sulfure	0,20	0,10
Phénols	0,10	0,05
Chrome (total)	0,10	0,05

E.3 Sous-catégorie ennoblissement des étoffes tricotées

i) Limites possibles avec les BPT, en kg/1000 kg de produit

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DBO	5,0	2,5
DCO	60,0	30,0
MST	21,8	10,9
Sulfure	0,20	0,10
Phénols	0,10	0,05
Chrome (total)	0,10	0,05
pH	6 à 9	6 à 9

ii) Limites possibles avec les BAT, en kg/1000 kg de produit

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DCO	60,0	30,0
Sulfure	0,20	0,10
Phénols	0,10	0,05
Chrome (total)	0,10	0,05

E.4 Sous-catégorie ennoblissement des tapis

i) Limites possibles avec les BPT, en kg/1000 kg de produit

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DBO	7,8	3,9
DCO	70,2	35,1
MST	11,0	5,5
Sulfure	0,08	0,04
Phénols	0,04	0,02
Chrome (total)	0,04	0,02
pH	6 à 9	6 à 9

ii) Limites possibles avec les BAT, en kg/1000 kg de produit

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DCO	70,2	35,1
Sulfure	0,08	0,04
Phénols	0,04	0,02
Chrome (total)	0,04	0,02

E.5 Sous-catégorie ennoblissement des filés et fils

i) Limites possibles avec les BPT, en kg/1000 kg de produit

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DBO	6,8	3,4
DCO	84,6	42,3
MST	7,4	8,7
Sulfure	0,24	0,12
Phénols	0,12	0,06
Chrome (total)	0,12	0,06
pH	6 à 9	6 à 9

ii) Limites possibles avec les BAT, en kg/1000 kg de produit

	Maximum journalier	Moyenne mensuelle
DCO	84,6	42,3
Sulfure	0,24	0,12
Phénols	0,12	0,06
Chrome (total)	0,12	0,06